1898

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 14 (4 Avril 1898).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus,* on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus.*

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative rend un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AVRIL 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le PRÉSIDENT annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 11 avril sera remise au mardi 12.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur un point de doctrine dans la théorie des formes quadratiques*. Note de M. DE JONQUIÈRES.

« La méthode employée dans ma Communication du 21 mars (1), bien qu'en très grande partie due à Gauss, n'est pas (comme on a pu le voir)

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 863. Il faut y faire la correction suivante : page 865, ligne 6, *au lieu de :* compris entre $\sqrt{D}$ et $\sqrt{D}-16$, *lisez :* $<\sqrt{D}$, sans préjudice de celles déjà indiquées à l'Errata, p. 990, et de la suivante : page 866, ligne 9, en remontant, *au lieu de :* ± 1, *lisez :* $+1$.

absolument conforme à celle tracée par l'art. 195 des *Disquisitiones;* elle s'en écarte sur un point, dans deux circonstances dont une au moins se présente toujours dans les questions du genre de celles que j'ai traitées. Cette dérogation, inspirée par les procédés de Lagrange, consiste dans l'admission, parmi les réduites contiguës qui forment la période, de réduites ayant zéro pour terme moyen; car, *en fait,* d'après les conditions imposées par lui (n° 183), Gauss les exclut, guidé sans doute par d'autres considérations, dont je n'entends pas me faire juge. Ma méthode est donc, en quelque sorte, une méthode mixte, dont je vais expliquer la part d'innovation qui lui est propre, et légitimer l'emploi tout spécial que j'en fais.

» Les deux circonstances précitées surviennent lorsque la marche du calcul amène au troisième terme d'une des réduites successives (sans égard au signe), soit le troisième terme de la forme proposée (que je suppose avoir zéro pour terme moyen), soit l'unité. Le premier de ces cas se présente dans les deux théorèmes par lesquels débute ma Note du 21 mars, le second dans les cinq problèmes qui y font suite.

» Pour mieux fixer les idées, je vais opérer d'abord sur un exemple numérique; je passerai ensuite aux données algébriques, qui donneront la généralité nécessaire à ces premières observations.

» Choisissant cet exemple dans le *deuxième cas* du théorème I, où le nombre donné est de la forme $4n+1$, il s'agit de prouver que l'équation $(9^2-4)x^2-4y^2=\pm 1$ est impossible en nombres entiers. Par la méthode mixte, la marche du calcul est la suivante :

	Valeurs de h.	Coefficients de substitution.			
		α.	β.	γ.	δ.
$\Phi = 77,\ 0,\ -4$	0	1	0	0	1
....., ., ...	.	.	.	.	.
$f_1 = -4,\ 16,\ 13$	-4	0	-1	1	-4
$f_2 = 13,\ 10,\ -16$	2	-1	-2	-4	-9
$f_3 = -16,\ 6,\ 17$	-1	-2	3	-9	13
$f_4 = 17,\ 11,\ -11$	1	3	5	13	22
$f_5 = -11,\ 11,\ 17$	-2	5	-13	22	-57
$f_6 = 17,\ 6,\ -16$	1	-13	-18	-57	-79
$f_7 = -16,\ 10,\ 13$	-1	-18	31	-79	136
$f_8 = 13,\ 16,\ -4$	2	31	80	136	351
$f_9 = -4,\ 0,\ 77$	-4	80	-351	351	-1540
$f_{10} = 77,\ 0,\ -4$	0	-351	-80	-1540	-351
....., ., ...	.	.....	....	.....	.....

» La période se compose de dix réduites. On constate que, dans la cinquième, qui porte l'indice 4, le terme moyen et le troisième terme ont la même valeur numérique 11. On en conclut, sans aller plus loin, que les réduites vont, à partir de ce moment, aller en rétrogradant jusqu'à f_0, associée de la forme donnée Φ, pour recommencer avec f_{10} dans le même ordre, et que, par conséquent, l'équation donnée n'est pas résoluble, aucune réduite terminée par ± 1 ne s'étant présentée. Les termes α_{10}, δ_{10} sont égaux entre eux; leur valeur commune 351 est celle de t_1; et $\gamma_1 = 1540$, étant divisé par A = 77, donne pour u_1 la valeur 20; t_1 et u_1 sont les *moindres* valeurs qui satisfont à l'équation $t^2 - 4.77\,u^2 = 1$. On trouve, en effet, que

$$\overline{351}^2 - 308.\overline{20}^2 = 1.$$

» On voit, d'après cela, que si l'on tient à continuer le calcul jusqu'au bout, afin d'obtenir ce dernier résultat et, par lui, les valeurs conjuguées de x et y, il suffit de calculer les coefficients δ jusqu'à celui qui porte l'indice 9, puisque celui qui le précède, δ_8, est égal à t_1 et qu'il donne lui-même la valeur $\delta_9 = 1540$, égale à γ_{10}, qui, étant divisée par A = 77, fournit la valeur de u_1; en somme, il suffit de calculer neuf coefficients.

» Passons actuellement au procédé de Gauss. Pour lui, la période, ne devant pas contenir de réduite ayant le terme moyen nul, commence seulement par la deuxième du Tableau précédent, et l'on a :

	Valeurs de h.	Coefficients de substitution.			
		α.	β.	γ.	δ.
$\Phi = -4,\ 16,\ 13$	0	1	0	0	1
....., .., ..	.	.	.	.	.
$f_1 = 13,\ 10,\ -16$	2	0	−1	1	2
$f_2 = -16,\ 6,\ 17$	−1	−1	1	2	−3
$f_3 = 17,\ 11,\ -11$	1	1	2	−3	−5
$f_4 = -11,\ 11,\ 17$	−2	2	−5	−5	13
$f_5 = 17,\ 6,\ -16$	1	−5	−7	13	18
$f_6 = -16,\ 10,\ 13$	−1	−7	12	18	−31
$f_7 = 13,\ 16,\ -4$	2	12	31	−31	−80
$f_8 = -4,\ 16,\ 13$	−8	31	−260	−80	671

» On remarquera, dans ce Tableau, que les valeurs de δ, sauf la dernière, sont les mêmes que celles de β du Tableau de l'autre méthode, sauf les deux dernières de celui-ci.

» La période comprend donc deux réduites de moins que par l'autre méthode. On en tire, selon la règle de Gauss,

$$t_1 = \tfrac{1}{2}(\alpha_8 + \delta_8) = \tfrac{1}{2}(31 + 671) = 351,$$

$$u_1 = \frac{\gamma_8}{A} = \frac{-80}{-4} = 20,$$

ce qui redonne les mêmes résultats que ci-dessus. Mais comme il a fallu, cette fois-ci, connaître la valeur de α_8 qui n'est plus égale à celle de δ_8, on a dû calculer, non seulement tous les δ, mais encore les sept premiers β, puisque $\alpha_8 = \beta_7$. En somme, on a calculé quinze coefficients, au lieu de neuf seulement qu'exige la méthode mixte. Comme célérité, l'avantage appartient donc à celle-ci. Il reste à montrer que l'admission, dans cette dernière, des formes f_9 et f_{10}, où le terme moyen est nul, ne viole pas les règles fondamentales imposées par Gauss. Or c'est ce qui a lieu; car, d'une part, la somme des termes moyens 16 et 0 de f_8 et f_9, respectivement, est un multiple $-4 = h_9$ du troisième terme de f_8, de même que la somme analogue de f_9 et f_{10} est un multiple $h_{10} = 0$ du troisième terme de f_9; d'autre part, on vérifie immédiatement qu'on passe de f_8 à f_9 et de f_9 à f_{10} par la transformation $0, -1, 1, h$, qui donne, dans le premier cas, $x = -y'$, $y = x'$, et, dans le second cas, $x = -y'$, $y = x' - 4y'$.

» La légitimité de cette admission est donc établie, *en fait*, dans l'exemple numérique qui a été choisi; il reste à l'établir d'une façon générale, en opérant sur des données purement algébriques, pour le genre de questions qui nous occupe.

» Soit donc $(a^2-4)x^2 - 4y^2 = \pm 1$, l'équation dont il s'agit de démontrer l'impossibilité, dans le cas de $a = 4n+1$ ($n = 1, 2, 3, \ldots$).

» La méthode mixte fournit le Tableau ci-après de la période et des coefficients de substitution :

				Coefficients de substitution.			
				h.	α.	β.	γ.	δ.
$f =$	a^2-4,	0,	-4	0	1	0	0	1
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
$f_1 =$	-4,	$2(a-1)$,	$2a-5$	$-2n$	0	-1	$-2n$	$-2n$
$f_2 =$	$2a-5$,	$2(a-4)$,	-16	2	-1	-2	$-(4n+1)$	$-(4n+1)$
$f_3 =$	-16,	$2(a-6)$,	$3a-10$	$-(n-1)$	-2	$2n-1$	$4n^2-n-1$	$4n^2-n-1$
$f_4 =$	$3a-10$,	$a+2$,	$-(a+2)$	1	$2n-1$	$2n+1$	$4n^2+3n$	$4n^2+3n$
$f_5 =$	$-(a+2)$,	$a+2$,	$3a-10$	-2	$2n+1$	$-(6n+1)$	$-(12n^2+5n-1)$	$-(12n^2+5n-1)$
$f_6 =$	$3a-10$,	$2(a-6)$,	-16	1	$-(6n+1)$	$-(8n+2)$	$-(16n^2+8n-1)$	$-(16n^2+8n-1)$
$f_7 =$	-16,	$2(a-4)$,	$2a-5$	$-(n-1)$	$-(8n+2)$	$8n^2-1$	$4n(4n^2+n-1)$	$4n(4n^2+n-1)$
$f_8 =$	$2a-5$,	$2(a-1)$,	-4	2	$8n^2-1$	$8n(2n+1)$	$8n^2(4n+3)-1$	$8n^2(4n+3)-1$
$f_9 =$	-4,	0,	a^2-4	$-2n$	$8n(2n+1)$	$-[8n^2(4n+3)-1]$	$-64n^3(n+1)-2n(2n-3)$	$-64n^3(n+1)-2n(2n-3)$
$f_{10} =$	a^2-4,	0,	-4	0	$-[8n^2(4n+3)-1]$	$-8n(2n+1)$		$-[8n^2(4n+3)-1]$

» Toutes les remarques faites sur le Tableau numérique ci-dessus se reproduisent ici, savoir :

» 1° L'égalité (au signe près) du terme moyen et du troisième terme de la réduite f_4;

» 2° L'identité de α_{10} et de δ_{10}, qui découle de ce que les valeurs de $m\alpha'$ et $m\delta'$, données dans le cours de l'art. 162 des *Disquisitiones* [quatre lignes plus haut que les formules générales (I)], savoir :

$$m\alpha' = \alpha T - (B\alpha + C\gamma)U, \qquad m\delta' = \delta T + (A\beta + B\delta)U,$$

deviennent, dans le cas présent,

$$\alpha_{10} = \delta_{10}$$

(et, plus généralement, $\alpha_n = \delta_n = T$), parce que les quantités m, α, β, γ, δ et B prennent, respectivement, les valeurs 1, 1, 0, 0, 1, 0, et que α', δ' ne sont autres que α_{10} et δ_{10}; chacun d'eux est égal à t_4;

» 3° La divisibilité de γ_{10} par le premier terme $A = a^2 - 4$ de la forme donnée $|a^2 - 4, 0, -4|$; le quotient est égal à u_4;

» 4° L'inutilité de calculer d'autres coefficients que les δ, puisque ceux-ci suffisent pour faire connaître α_{10} et γ_{10};

» 5° Enfin, le passage normal de la forme f_8 à la forme f_9 par les binomes de transformation $x = -y'$, $y = x' - 2n.y'$, et de celle-ci à la forme f_{10} par les formules $x = -y'$, $y = x'$; comme on s'en assure immédiatement en effectuant ce facile calcul. S'il s'agissait d'une équation résoluble, de la forme $mx^2 - ny^2 = \pm 1$, il se présenterait, au centre i de la période, trois réduites telles que $f_{i-1} = |\pm A, B, \mp 1|$, $f_i = |\mp 1, 0, \pm D|$, $f_{i+1} = |\pm D, 0, \mp 1|$ (D étant le déterminant positif mn), et la période rétrograderait vers son origine, à la suite de cette dernière. Or il est clair que, dans ce cas encore, le passage de f_{i-1} à f_i et celui de f_i à f_{i+1} se font dans les conditions normales, puisque $b + 0$ est toujours un multiple de 1, et que $0 + 0$ peut aussi être regardé comme un multiple de D, dont le facteur est zéro. Ajoutons que les valeurs α_i et γ_i du premier et du troisième coefficient de transformation sont alors, respectivement, des valeurs de x et de y (1), satisfaisant à l'équation $mx^2 - ny^2 = \pm 1$, et qu'il en est

---

(1) Ces valeurs x_0, y_0, *minima minimorum*, résultent des formules (1) (*Comptes rendus*, p. 867), en y faisant $t = t_0 = 1$, $u = u_0 = 0$. Mais comme celles-ci, à cause de leur évidence, ne sont pas comptées parmi les solutions de l'équation $t^2 - Du^2 = 1$, je n'ai pas non plus compté x_0, y_0 parmi les solutions de l'équation proposée dans chacun

de même des coefficients α et γ, de rang $np+i$ (p étant le nombre des réduites dont se compose la période et n un entier quelconque positif, y compris zéro), si l'on continue le Tableau jusqu'à la n^{ieme} période.

» Passant actuellement à l'application de la méthode de Gauss, on obtient le Tableau suivant, où la forme F est proprement équivalente à la forme donnée $\Phi = |a^2-4,\ 0,\ -4|$, et sert de réduite initiale dans la période, conformément à la règle posée dans le n° 195, des *Disquisitiones :*

		Coefficients de substitution				
		h.	α.	β.	γ.	δ (1).
$F=-4,$	$2(a-1),\ 2a-5,$	0	1	0	0	1
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
$f_1=2a-5,$	$2(a-4),\ -16$	2	0	-1	1	2
$f_2=-16,$	$2(a-6),\ 3a-10$	$-(n-1)$	-1	$n-1$	2	$-(2n-1)$
$f_3=3a-10,$	$a+2,\ -(a+2)$	1	$n-1$	n	$-(2n-1)$	$-(2n+1)$
$f_4=-(a+2),$	$a+2,\ 3a-10$	-2	n	$-(3n-1)$	$-(2n+1)$	$6n+1$
$f_5=3a-10,$	$2(a-6),\ -16$	1	$-(3n-1)$	$-(4n-1)$	$6n+1$	$8n+2$
$f_6=-16,$	$2(a-4),\ 2a-5$	$-(n-1)$	$-(4n-1)$	$2n(2n-1)$	$8n+2$	$-(8n^2-1)$
$f_7=2a-5,$	$2(a-1),\ -4,$	2	$2n(2n-1)$	$8n^2-1$	$-(8n^2-1)$	$-8n(2n+1)$
$f_8=-4,$	$2(a-1),\ 2a-5$	$-(a-1)$ [ou $-4n$]	$8n^2-1$	$-2n(16n^2+2n-3)$	$-8n(2n+1)$	$8n^2(8n+5)-1$

» On y voit que la période, qui a rétrogradé à mi-chemin, s'achève sans qu'on y ait rencontré la réduite $f=|\mp 1,\ 2a-1,\ \pm(4a-17)|$, que Gauss (d'après le n° 195 des *Disq.*) prend pour l'équivalente de la forme, à terme moyen nul, $\varphi=[\pm(4a^2-16),\ 0,\ \mp 1]$. On en conclut, comme précédemment, que l'équation proposée n'est pas résoluble. On trouve ensuite

$$t_1=\tfrac{1}{2}(\alpha_8+\delta_8)=\tfrac{1}{2}[8n^2-1+8n^2(8n+5)-1]=8n^2(4n+3)-1,$$

$$u_1=\frac{\gamma_8}{A}=\frac{-[8n(2n+1)]}{-4}=2n(2n+1).$$

Ces résultats sont les mêmes que ceux fournis par la méthode mixte; mais ils ont exigé le calcul de sept coefficients de plus.

» Les mêmes remarques, démonstrations et identités se présentent, avec

---

des cinq problèmes de ma Note du 21 mars, réservant cette qualification de *moindres valeurs de x et y* à celles x_1, y_1 qui viennent ensuite et correspondent à t_1 et u_1.

(1) Remarquez que tous les δ de ce Tableau sont les mêmes, sauf le dernier, que les β du Tableau précédent, sauf les deux derniers.

de simples nuances, dans les problèmes dont ma Note du 21 mars donne la solution. Dans la méthode de Gauss, le nombre total des réduites est alors inférieur de quatre unités à celui des réduites de ma méthode. Mais comme il y faut calculer *tous* les β et les δ, si l'on veut résoudre complètement le problème par la détermination de x et de y, il s'ensuit qu'au point de vue de la simplicité des opérations l'avantage reste encore à la méthode mixte, qui fait concourir vers un même but le procédé de Lagrange et celui de Gauss, dans ce genre particulier de questions au delà duquel je ne me permettrai de porter ni la discussion, ni la comparaison. »

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude du phénomène de Zeeman.* Note de MM. **Henri Becquerel** et **H. Deslandres**.

« L'un de nous a déjà entretenu l'Académie de l'important phénomène découvert, il y a plus d'un an, par MM. Lorentz et Zeeman, phénomène qui manifeste l'influence d'un champ magnétique sur les périodes vibratoires des radiations émises par les vapeurs incandescentes. En particulier, lorsqu'on dispose une source lumineuse dans un champ magnétique, et qu'on étudie son spectre dans une direction normale au champ, M. Zeeman a reconnu que certaines vibrations simples se décomposaient en un triplet dont les composantes extrêmes étaient polarisées rectilignement dans un plan parallèle aux lignes de force et la composante centrale polarisée dans un plan perpendiculaire.

» Plus tard, MM. Cornu et Michelson ont montré, chacun de leur côté, que le phénomène était plus complexe. M. Cornu a trouvé que la raie médiane devient souvent double, l'écartement des raies de ce doublet étant environ $\frac{a}{2}$, en appelant a l'écartement des raies extrêmes du doublet polarisé parallèlement au champ magnétique. M. Michelson a été plus loin, et, en étudiant de nombreuses sources au moyen de son réfractomètre, il a conclu, des variations de visibilité des anneaux d'interférence, que chacune des trois raies du triplet observé par M. Zeeman devait être elle-même un triplet dont les trois composantes, polarisées dans le même plan, pouvaient avoir des intensités très différentes, et apparaître soit comme un doublet, soit comme une raie simple. L'écartement de deux composantes voisines de ce triplet secondaire serait $\frac{a}{4}$ pour le groupe polarisé perpendiculairement au champ magnétique, et $\frac{a}{4}$ ou quelquefois $\frac{a}{6}$ pour

le groupe polarisé parallèlement au champ, a ayant la même signification que ci-dessus.

» Le mode de division des raies, indiqué par M. Michelson comme étant le plus général, comprend en particulier le cas signalé par M. Cornu; d'après ces observations, l'allure générale du phénomène découvert par M. Zeeman serait la même et les raies polarisées parallèlement au champ magnétique comprendraient toujours entre elles les raies polarisées perpendiculairement.

» Dans les recherches que nous avons entreprises, nous avons reconnu un mode de division qui ne rentre pas dans les catégories énumérées par M. Michelson; contrairement à ce qui a été observé jusqu'ici, une raie peut se diviser de manière que les composantes polarisées perpendiculairement au champ comprennent le groupe polarisé parallèlement. Ce phénomène d'inversion des modes de division que l'on rencontre le plus généralement nous a paru assez important pour être signalé dès maintenant.

» L'appareil que nous avons employé est un spectroscope photographique à réseau plan de Rowland ($0^m,05 \times 0^m,08$), qui recevait les radiations dans une direction perpendiculaire au champ magnétique, et dont on a pu utiliser le spectre du quatrième ordre. La source lumineuse était une étincelle électrique éclatant entre les pôles d'un électro-aimant, et dont l'image était projetée sur la fente du spectroscope, au travers d'un rhomboèdre de spath; on avait ainsi deux images de l'étincelle superposées et polarisées dans les deux plans principaux du champ magnétique.

» Le plus souvent, l'observation a été faite par la Photographie, de sorte que la même épreuve a présenté toutes les circonstances du phénomène pour un grand nombre de raies obtenues simultanément dans les mêmes conditions.

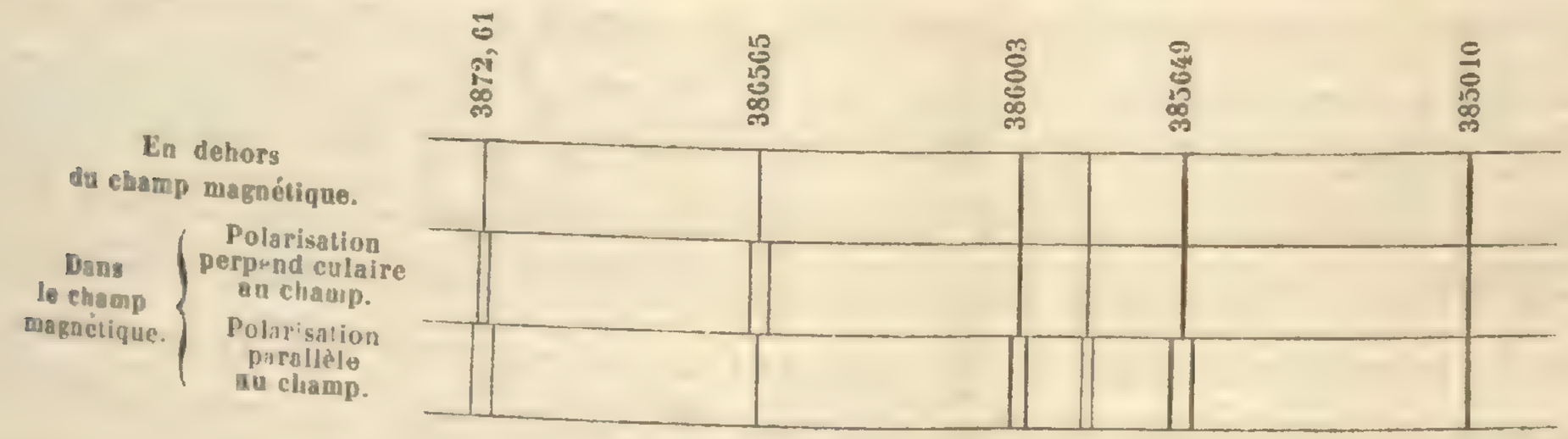
» Parmi les spectres des divers métaux que nous avons étudiés, nous citerons le spectre du fer, particulièrement intéressant à cause des raies fines et nombreuses qu'il présente dans les régions visible et ultra-violette. En attendant la publication des mesures micrométriques des clichés que nous avons obtenus, nous signalerons aujourd'hui, à titre d'exemple, une petite portion du spectre du fer entre les longueurs d'onde $0^\mu,387$ et $0^\mu,382$, qui est particulièrement curieuse par les variations qui s'y trouvent réunies.

» Le Tableau suivant donne en dix-millionièmes de millimètre les diffé-

rences de longueur d'onde correspondant aux dédoublements mesurés sur une même épreuve, pour quelques-unes des nombreuses raies photographiées.

Longueurs d'onde des raies en dehors du champ magnétique.	Dans le champ magnétique (1), différence de longueur d'onde des raies polarisées perpendiculairement au champ.	Dans le champ magnétique (1), différence de longueur d'onde des raies polarisées parallèlement au champ.
3872,61	0,207	0,383
3865,65	0,368	0
3860,03	0	0,369
3858,40 (nickel)	0	0,293
3856,49	0	0,355
3850,10	0	0
3841,19	0	0,184
3840,58	0	0,159
3834,37	0	0,230
3824,58	0	0,360
Raie L 3820,64	0	0,287

» La figure ci-contre donne une idée de l'aspect que prend dans le champ magnétique cette région particulièrement intéressante du spectre du fer.



» On reconnaît dans cette région une raie ($\lambda = 385010$) qui n'est pas dédoublée alors que d'autres présentent, à des degrés différents, le phénomène observé par M. Zeeman; une raie ($\lambda = 3872,61$) montre un quadruplet comme dans les cas étudiés par M. Cornu; mais nous appelons tout particulièrement l'attention sur la raie ($\lambda = 3865,65$). Cette raie se

(1) Un appareil plus puissant permettrait vraisemblablement de reconnaître comme multiples certaines raies que nous notons ici comme simples, mais pour lesquelles l'intervalle des composantes serait au plus égal à $0^{\mu},00001$. Quelques-unes des différences observées pour des raies de la même région paraissent dans un rapport simple.

divise en un triplet, mais, à l'inverse des autres raies, elle présente un dédoublement notable dans le spectre polarisé perpendiculairement au champ et apparaît comme à peine élargie (d'une quantité inférieure à $0^{\mu},00001$) dans le spectre polarisé parallèlement au champ.

» Dans le même champ magnétique la différence des longueurs d'onde des composantes extrêmes du quadruplet D_1 ($\lambda = 5896,16$) était $\Delta\lambda = 0,788$.

» Les anomalies que nous venons de signaler nous montrent que l'influence magnétique met en évidence des différences jusqu'alors inconnues entre les raies d'un même spectre, et ouvre ainsi un monde nouveau de faits qui intéresse la Physique, la Chimie et même l'Astronomie. Ce phénomène peut, en particulier, fournir des distinctions importantes entre les raies d'un même corps ou de corps différents, et déceler des groupes naturels de raies vainement recherchés jusqu'ici dans un certain nombre de spectres.

» A l'appui de cette opinion nous citerons le fait suivant. La bande ($\lambda = 388$) du carbone a été photographiée par nous sous l'influence du champ magnétique. Cette bande, qui se retrouve dans le Soleil et dans les comètes, est remarquable, comme on sait, par la succession régulière de ses raies et par leur grand nombre. Or ces raies n'ont montré aucun dédoublement ou élargissement sensible, alors que les raies du calcium, photographiées avec la même source, sur la même plaque, offrent très nettement la division habituelle. Cette observation peut être rapprochée du résultat négatif obtenu par M. Zeeman avec le spectre d'absorption de la vapeur d'iode. Il convient toutefois d'étudier d'autres spectres de bandes avant de conclure à une loi générale et à un nouveau caractère distinctif des spectres de bandes et des spectres de lignes qui, comme on le sait, présentent des lois différentes de la répartition des raies.

» Nous ajouterons encore que, dans la région ultra-violette voisine de $\lambda = 0^{\mu},310$, nous n'avons pu obtenir que des dédoublements à peine sensibles, et bien que, dans la région étudiée plus haut, on ne reconnaisse *a priori* aucune loi simple entre le dédoublement et la longueur d'onde, il semble que l'effet général soit notablement plus grand pour les grandes longueurs que pour les petites, conformément aux idées publiées déjà par l'un de nous. Il convient aussi de rappeler que M. Zeeman n'a pu observer de dédoublement de raies dans le voisinage de $\lambda = 330$, et que, dans le Tableau des expériences de M. Michelson, les plus grands dédoublements correspondent aux rayons rouges.

» Les anomalies complexes que nous venons de signaler et, en particulier, le phénomène nouveau d'inversion que nous avons observé, loin de diminuer l'importance du phénomène découvert par M. Zeeman, nous montrent au contraire comment l'influence magnétique affecte les mouvements intimes de la matière, et révèlent des effets dont l'intérêt s'accroît avec les horizons nouveaux qu'ils font entrevoir (¹). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mouvements de la Sensitive développée dans l'eau.* Note de M. **Gaston Bonnier.**

« J'ai réussi à cultiver des Sensitives (*Mimosa pudica*) complètement immergées dans l'eau, soit à partir d'un certain développement dans l'air, soit même à partir de la graine. L'eau était constamment aérée et toujours renouvelée.

» Les pieds de Sensitives, obtenus dans ces conditions, présentent, aux points de vue de la structure, de la position des pétioles et des folioles, des mouvements de sommeil, des mouvements dus aux anesthésiques et des mouvements provoqués, plusieurs différences avec ce qui se produit dans les conditions normales, et qu'il me paraît intéressant de signaler.

» I. *Position des feuilles et des folioles à l'état de veille.* — De nombreux pieds de Sensitives, de développement comparable, ayant au moins quatre feuilles entièrement formées, étaient placés à la même température, dans les mêmes conditions d'éclairement, à la lumière diffuse, les uns dans l'air et s'étant développés dans l'air, les autres dans l'eau et ayant poussé complètement dans l'eau, depuis leur germination :

» 1° Si l'on compare la position des feuilles développées dans l'air à celle des feuilles développées dans l'eau, on constate d'abord que le pétiole primaire est toujours plus redressé dans l'eau.

» A 10^{h} du matin et à la température de 21°, l'angle que fait ce pétiole avec la partie inférieure de la tige est :

Pour la feuille développée dans l'air.....	125°	différence 31°
Pour la feuille développée dans l'eau.....	156°	

» L'angle de la direction moyenne des pétioles secondaires avec le pé-

(¹) Nous avons été obligeamment aidés dans ces expériences par M. Matout.

tiole primaire, compté en dessous, présente une différence encore plus grande :

Pour la feuille développée dans l'air.....	130°	différence 130°
Pour la feuille développée dans l'eau.....	260°	

» L'angle des folioles avec le pétiole secondaire ne diffère pas beaucoup.

» Il en résulte, pour la plante développée dans l'eau, un aspect tout autre, les feuilles ayant alors leurs pétioles principaux dressés et leurs pétioles secondaires redressés presque à angle droit sur le pétiole commun.

» 2° Une des causes qui produisent ce changement de position des feuilles, dans l'eau, est la différence de densité entre les tissus de la plante chargés de gaz et la densité de l'eau. En effet, si l'on immerge une Sensitive développée dans l'air, on voit ses pétioles se redresser presque autant que pour la Sensitive développée dans l'eau.

» Une autre manière de prouver ce fait consiste à retourner de bas en haut dans l'eau, une Sensitive qui a formé ses feuilles dans l'eau. Les feuilles déjà développées se redressent autant que le leur permet l'élasticité des renflements moteurs et les nouvelles feuilles s'y épanouissent de façon à faire avec la verticale un angle de 130° à 155°.

» Comme comparaison, on peut retourner de haut en bas, dans l'air, un pied de Sensitive développé dans l'air, et lorsqu'on vient d'opérer le retournement, l'angle du pétiole primaire avec la tige n'est pas sensiblement modifié.

» II. *Mouvements dus aux variations du jour et de la nuit.* — Les pieds de Sensitives précédents, les uns développés dans l'air, les autres complètement développés dans l'eau, ont été observés pendant des jours et des nuits consécutifs, dans les mêmes conditions de température, d'éclairement et d'obscurité successives.

» 1° D'une manière générale, les Sensitives développées dans l'eau, et maintenues dans l'eau, ont donné à leurs folioles la position de veille une heure à une heure et demie *après* les Sensitives normales; et elles se sont endormies une heure à une heure et demie *avant* les mêmes Sensitives développées dans l'air.

» Le temps de veille est donc moindre que pour les plantes qui ont poussé dans l'air.

» 2° Pour déterminer si ces changements sont dus directement au milieu aquatique, ou bien s'ils sont dus à la différence de structure des renflements moteurs formés dans l'eau ou formés dans l'air, j'ai fait les expériences suivantes :

» Des pieds de Sensitives qui s'étaient entièrement développés dans l'eau ont été mis *dans l'air* et observés pendant des jours successifs dans les mêmes conditions que des Sensitives semblables développées dans l'air. Ces Sensitives ont pris leur position de sommeil et de veille, comme si elles étaient restées dans l'eau. Elles se sont réveillées environ une heure à une heure et demie après les Sensitives normales et se sont endormies une heure à une heure et demie avant. Ce n'est donc pas l'influence immédiate du milieu, mais l'organisation spéciale acquise pendant leur développement par leurs renflements moteurs, qui produit cette différence.

» Réciproquement, des pieds de Sensitives développés dans l'air ont été immergés dans de l'eau maintenue à la même température que l'air; elles se sont réveillées et endormies sensiblement en même temps que les pieds développés dans l'air et laissés dans l'air. Ces expériences confirment donc les précédentes.

3° L'amplitude de ces mouvements est aussi très différente pour les Sensitives qui ont crû dans l'eau et pour celles qui ont poussé dans l'air et qui sont laissées dans ces deux milieux.

» Ainsi, la différence maximum entre la position de veille et celle de sommeil du pétiole primaire est, en moyenne :

Dans l'air et pour les feuilles développées dans l'air.....	55° de différence.
Dans l'eau et pour les feuilles développées dans l'eau....	22° de différence.

» Ceci s'explique en grande partie par l'action du milieu qui tend toujours à redresser les feuilles dans l'eau; mais l'amplitude moindre du mouvement est due aussi à la structure moins différenciée des renflements moteurs qui se sont formés sous l'eau. En effet, les Sensitives développées dans l'eau et mises dans l'air ont toujours un mouvement d'une amplitude moindre, en passant de la veille au sommeil, que les Sensitives normales. Réciproquement, une Sensitive développée dans l'air et qui vient d'être immergée dans l'eau a des mouvements de sommeil d'une amplitude plus grande que ceux de la Sensitive qui a crû dans l'eau.

» Il faut ajouter que, pour les feuilles développées dans l'eau, la position de sommeil dans l'eau est moins accentuée aussi pour les pétioles

secondaires qui se rapprochent moins entre eux, et pour les folioles qui ne s'appliquent pas exactement les unes sur les autres.

» III. *Mouvements dus aux anesthésiques.* — Il est difficile de comparer les mouvements des feuilles de Sensitives dans l'air renfermant une certaine proportion d'un anesthésique, de chloroforme par exemple, et de Sensitives complètement développées dans l'eau, puis placées dans de l'eau chloroformée, assez peu pour ne pas supprimer les mouvements de sommeil, mais ayant assez d'anesthésique pour supprimer les mouvements spontanés.

» Ce que je puis dire, c'est que les Sensitives développées dans l'eau prennent la position de sommeil dans de l'eau chloroformée et que les différences d'angles, avec les Sensitives normales exposées aux vapeurs de chloroforme, sont analogues à celles que je viens de citer pour la position de sommeil.

» IV. *Mouvements provoqués par le contact.* — On sait que dans une Sensitive normale les mouvements provoqués par le contact diffèrent beaucoup des mouvements de sommeil, soit par leur nature, soit par la manière dont ils peuvent se transmettre d'une feuille à l'autre.

» Dans ces mouvements, le pétiole primaire s'abaisse beaucoup plus encore que dans la position de sommeil et ne fait plus avec la partie inférieure de la tige qu'un angle de 30° à 45°, tandis que les pétioles secondaires sont placés presque dans le même plan que le pétiole commun; quant aux folioles, elles se redressent et s'appliquent les unes contre les autres comme dans la position de sommeil.

» 1° Paul Bert a déjà constaté que les mouvements provoqués se produisent lorsqu'on immerge dans l'eau une Sensitive développée dans l'air (1), mais je parle ici de ces mouvements chez les Sensitives qui ont effectué tout leur développement dans l'eau.

» Celles-ci sont sensibles à l'irritation, mais moins que les Sensitives normales, soit qu'on les maintienne dans l'eau, soit qu'on les mette dans l'air. L'amplitude du mouvement du pétiole primaire est moindre, les pétioles secondaires restent en partie redressés et le mouvement des folioles n'est pas complet.

(1) Paul Bert, *Journal d'Anatomie et de Physiologie*, p. 226; 1872.

» 2° Si l'on retourne de bas en haut, dans l'eau, une Sensitive développée dans l'eau, les mouvements provoqués ont une amplitude plus grande que dans la position ordinaire. Au contraire, si l'on retourne de bas en haut, dans l'air, une Sensitive développée dans l'air, les mouvements provoqués ont une amplitude moins grande que ceux d'une Sensitive normale.

» Cela s'explique très facilement car, dans le premier cas, la poussée agit sur la Sensitive retournée dans le sens du mouvement provoqué et, dans le second cas, la pesanteur agit en sens contraire.

» Cette dernière expérience, qui consiste simplement à provoquer le mouvement des feuilles sur une Sensitive ordinaire retournée dans l'air, de bas en haut, est particulièrement instructive au sujet de la puissance relative des divers renflements moteurs d'une même feuille. En effet, si l'on provoque le mouvement d'une feuille chez la Sensitive retournée, on voit le pétiole primaire se redresser par rapport à un plan horizontal et les pétioles secondaires s'abaisser, au contraire, prenant sensiblement, par rapport à un plan horizontal, la même position absolue que si la plante n'était pas retournée. Cela prouve que, par rapport aux poids qu'ils soulèvent, le renflement moteur du pétiole commun a beaucoup plus d'action que les renflements moteurs des pétioles secondaires qui parviennent à peine à lutter contre l'influence de la pesanteur.

» 3° Si l'on étudie, enfin, la transmissibilité de l'excitation d'une feuille à l'autre de la même plante, on constate que la vitesse de transmission est beaucoup moindre chez les Sensitives développées dans l'eau que chez les Sensitives normales, qu'elles soient les unes ou les autres placées dans l'air ou dans l'eau.

» Cette différence est donc encore due aux modifications de structure des deux plantes, et surtout aux modifications des tissus conducteurs, car, comme Dutrochet l'a prouvé le premier, la transmission se fait seulement par les tissus vasculaires.

» V. *Modifications de la structure des Sensitives développées dans l'eau.* — D'une manière générale, les Sensitives développées entièrement dans l'eau présentent des modifications qui sont analogues à celles de toutes les plantes que l'on fait croître en les maintenant immergées, mais il est à remarquer que l'écorce et les parenchymes sont à peine altérés par le milieu aquatique, tandis que les parties vasculaires et les gaines de fibres qui les entourent sont profondément modifiées.

» 1° *Tiges.* — Les tiges qui se sont développées dans l'eau ont leur écorce

un peu plus grande par rapport au cylindre central, mais la modification principale se produit dans les fibres qui ne forment plus un anneau continu, qui sont moins nombreuses, moins lignifiées et beaucoup moins épaisses. Les vaisseaux sont moins nombreux, moins lignifiés et de plus petit calibre.

» 2° *Pétioles*. — Le pétiole commun adulte, dans des régions comparables, présente, lorsqu'il s'est développé dans l'eau, les changements suivants : ses lacunes aérifères sont un peu plus développées, mais le tissu cortical est très analogue à celui des Sensitives normales. L'anneau de fibres qui entoure la partie centrale est discontinu au lieu d'être continu; les fibres y sont beaucoup moins épaisses et très peu lignifiées. Les vaisseaux du bois sont moins nombreux, plus isolés, non réunis entre eux par des cellules épaissies. Les deux cordons vasculaires latéraux ont aussi des arcs de fibres notablement moins épaissies et moins lignifiées.

» 3° *Folioles*. — Le parenchyme en palissade des folioles a des cellules beaucoup moins allongées et les vaisseaux et les fibres des nervures sont très peu différenciés.

» 4° *Renflements moteurs*. — Le renflement moteur, placé à la base du pétiole commun, présente, dans sa partie fibreuse et vasculaire, de très grandes différences avec celui de la Sensitive normale, tandis qu'il n'y a aucune modification sensible dans les autres termes de ce renflement. C'est là un point très important à considérer au point de vue des expériences précédentes.

» La partie centrale, qui comprend les fibres et les vaisseaux, est beaucoup moins développée; la lignification y est bien plus faible, les vaisseaux sont moins nombreux et la moelle, au lieu d'être constituée entièrement par du sclérenchyme, est formée de cellules parenchymateuses. Des coupes longitudinales font voir que tous ces éléments sont toujours moins allongés que dans le renflement normal.

» Les autres renflements montrent seulement des modifications analogues.

» VI. *Conclusions*. — On peut déduire de tout ce qui précède les conclusions suivantes :

» 1° *Les Sensitives entièrement développées dans l'eau présentent, malgré cette immersion continue et complète, des mouvements alternatifs de veille et de sommeil et des mouvements d'irritation.*

» 2° *Ces Sensitives qui se sont formées sous l'eau ont un temps de veille moins*

long que les Sensitives normales, les unes ou les autres étant placées dans l'air ou dans l'eau.

» *L'amplitude des mouvements de sommeil et de veille est moindre; la transmissibilité se fait avec une vitesse plus petite.*

» 3° *Les Sensitives entièrement développées dans l'eau ne présentent de modifications importantes de leurs tissus que pour les fibres et les vaisseaux, et, en particulier, dans les renflements moteurs.*

» *Or, les expériences citées prouvent que le changement dans les mouvements est dû à la modification de la structure. On peut donc en déduire que, dans les renflements moteurs, c'est la partie fibreuse et vasculaire qui joue le rôle principal dans tous les mouvements de la Sensitive, ainsi que dans la transmission de ces mouvements.* »

M. **Maurice Lévy** présente la première Partie des Leçons qu'il a professées au Collège de France, en 1893-1894 : *Sur la théorie des Marées.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1898.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Francœur. — MM. Darboux, Hermite, J. Bertrand, Poincaré, Picard.

Prix Poncelet. — MM. Hermite, J. Bertrand, Darboux, Poincaré, Sarrau.

Prix extraordinaire. — MM. de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye.

Prix Montyon (*Mécanique*). — MM. Maurice Lévy, Boussinesq, Sarrau, Léauté, Sebert.

Prix Plumey. — MM. de Bussy, Sarrau, Guyou, Maurice Lévy, Deprez.

Prix Lalande (*Astronomie*). — MM. Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau, Janssen.

Prix Valz (*Astronomie*). — MM. Lœwy, Faye, Callandreau, Wolf, Janssen.

Prix Montyon (*Statistique*). — MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières, J. Bertrand, de Freycinet, Rouché, Brouardel.

Prix Jecker (*Chimie organique*). — MM. Friedel, Troost, Arm. Gautier, Moissan, Grimaux, Ditte.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur la déformation des pièces comprimées et la stabilité des grandes charpentes*. Mémoire de M. **A. Bérard**, présenté par M. Maurice Lévy. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Sarrau, Léauté.)

« C'est un fait connu que les poutres de pont périssent généralement, non par flexion simple s'opérant dans le plan même de la poutre, mais bien plutôt par suite d'un gauchissement dans lequel les semelles comprimées fléchissent perpendiculairement à ce plan.

» Il est facile de voir que les parties comprimées des semelles se trouvent dans la situation d'une pièce chargée debout, qui reste droite tant que la charge ne dépasse pas une certaine limite, mais qui fléchit ou, plus exactement, qui peut fléchir quand cette limite est dépassée.

» Les poutres de pont présentent ainsi un genre particulier d'instabilité contre lequel il est essentiel de se mettre en garde.

» Or les théories actuelles ne fournissent d'indications à cet égard que dans le cas simple dont nous venons de parler, si bien que les seuls ouvrages dont la stabilité puisse être assurée en toute certitude sont les systèmes articulés si justement préconisés par M. Maurice Lévy.

» Il importe dès lors de combler cette lacune dont les ingénieurs sont d'ailleurs depuis longtemps avertis par l'impossibilité où ils se trouvent de décider si le gauchissement est ou non à redouter et de calculer, le cas échéant, le contreventement destiné à le prévenir.

» Une étude théorique est même d'autant plus nécessaire, dans ce cas, que les épreuves de réception peuvent ne pas mettre en évidence l'instabilité particulière dont il s'agit.

» En effet, même quand cette instabilité est réelle, l'ouvrage, calculé

comme il l'est d'habitude, est en état de résister à toutes les charges prévues tant que les hypothèses qui ont servi de base au calcul se trouvent satisfaites; et c'est seulement quand des circonstances particulières ont provoqué un commencement de déformation des parties instables que cette instabilité peut apparaître.

» En considérant les semelles comprimées comme des pièces isolées, le problème revient, en définitive, à étudier les conditions de flexion d'une pièce soumise, dans sa longueur, à des efforts de compression variables d'un point à un autre, et qui se trouve en même temps soutenue latéralement par des actions élastiques qui tendent à s'opposer à sa flexion.

» Comme d'un autre côté l'action de l'âme prévient toute flexion des semelles dans le plan de la poutre, il n'y a lieu d'envisager que la flexion de ces pièces dans le plan perpendiculaire, ce qui ramène le problème à une question de flexion plane.

» Abordée par la méthode ordinaire, la question, même réduite à ces termes, serait cependant presque impossible à résoudre; mais on arrive, comme nous le montrons dans le présent Travail, à obtenir des indications largement suffisantes pour la pratique, en renversant en quelque sorte le problème et en remontant à l'expression même du travail de déformation qui indique la manière dont varie le travail des diverses forces quand la pièce subit une déformation donnée.

» Parmi les résultats qui se dégagent de cette étude, les plus simples sont les suivants :

» 1° Dans une pièce comprimée à la manière de la semelle supérieure d'une poutre de longueur L, chargée d'un poids uniformément réparti et non soutenue latéralement, la flexion est à redouter si la compression maxima atteint la limite

$$N = 20\,\frac{EI}{L^2}.$$

» 2° Si, au contraire, la pièce est soutenue latéralement par des actions élastiques telles qu'un écartement y d'un élément ds engendre une force $qyds$, la compression maxima, à partir de laquelle la flexion est à craindre, a pour valeur

$$= 20\,\frac{EI}{L^2} + \frac{1}{5}\,qL^2 \qquad \text{si} \qquad qL^2 + 2N < 100\,\frac{EI}{L^2}$$

et

$$N = \frac{20}{7}\sqrt{\frac{EI}{L^2}\,(qL^2 + 2N)} \qquad \text{si} \qquad qL^2 + 2N > 100\,\frac{EI}{L^2}.$$

» Ces dernières formules donnent le moyen de fixer la raideur que doit présenter le contreventement pour assurer la stabilité de la pièce quand sa raideur propre ne suffit plus à prévenir la flexion.

» Au degré de précision que comportent des calculs de ce genre, l'emploi des seules formules qui précèdent pourrait même déjà suffire à guider les ingénieurs et leur permettrait, dans la plupart des cas, d'établir d'une manière rationnelle les contreventements nécessaires.

» Mais la considération du travail de déformation que nous utilisons n'est pas limitée aux cas spéciaux que nous venons d'indiquer; cette méthode si féconde s'applique à un ouvrage quelconque et nous montrons qu'elle n'exige pas en général des calculs très laborieux.

» On est, en effet, presque toujours fixé d'avance sur la nature des déformations qui peuvent entraîner la ruine d'un ouvrage donné et la question se réduit à vérifier si ces déformations sont ou non à redouter. Il suffit dès lors, pour la trancher, de former l'expression du travail correspondant à ces déformations et de voir si ce travail est positif ou négatif.

» Si le travail correspondant à la déformation considérée est négatif, il faut une dépense d'énergie pour la provoquer, et si des circonstances accidentelles l'ont produite, elle tendra d'elle-même à disparaître; cette déformation ne sera donc pas à craindre. Si, au contraire, ce travail est positif, la déformation ne pourra être détruite qu'au prix d'une dépense d'énergie et le plus souvent elle aura tendance à augmenter une fois produite.

» Or, l'évaluation de ces travaux peut toujours se faire aisément en partant du tracé graphique qui représente la déformation, soit que les efforts dépendent uniquement de la quantité qui représente la déformation en chaque point, soit que, plus généralement, ils dépendent, en outre, des dérivées de cette quantité. »

M. **L. Lagarde** soumet au jugement de l'Académie divers appareils électriques dont il donne la description et l'emploi.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Violle.)

M. **OEchsner de Coninck** adresse une réclamation de priorité relative à ses recherches sur le rachitisme.

(Renvoyé à une Commission composée de MM. Bouchard, A. Gautier et Potain.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite les Membres de l'Académie à assister, le samedi 16 avril, à 2^h, à la réunion générale de clôture des séances du Congrès des Sociétés savantes.

M. **de Jonquières** offre à l'Académie, en la priant de la conserver dans ses Archives, la Lettre autographe de *Gauss* dont il avait communiqué le texte dans la séance du 13 avril 1896.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les congruences qui sont de plusieurs manières des congruences* K. Note de M. **C. Guichard**, présentée par M. Darboux.

« J'ai appelé congruence K une congruence conjuguée à un réseau C; j'ai montré qu'une telle congruence est applicable sur une congruence de l'espace à cinq dimensions (voir ma précédente Note). Je vais chercher, ici, s'il est possible que cette congruence soit applicable sur deux congruences distinctes de l'espace à cinq dimensions.

» Les plans focaux d'une congruence K sont définis par les équations

$$(1)\qquad \begin{cases} aX_1 + eX_2 + gX_3 + k = 0, \\ bX_1 + fX_2 + kX_3 + l = 0, \end{cases}$$

où l'on a

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial a}{\partial v} = bm, & \dfrac{\partial e}{\partial v} = fm, & \dfrac{\partial g}{\partial v} = km, & \dfrac{\partial h}{\partial v} = lm, \\ \dfrac{\partial b}{\partial u} = an, & \dfrac{\partial f}{\partial u} = en, & \dfrac{\partial k}{\partial u} = gn, & \dfrac{\partial l}{\partial u} = hn, \end{cases}$$

où a, e, g, b, f, k, m, n sont les rotations d'un déterminant orthogonal à cinq lignes.

» Si cette congruence K est applicable sur une autre congruence de l'espace à cinq dimensions, il faudra qu'il existe un nouveau système de fonctions $a', e', g', h', b', f', k', l'$ jouant le même rôle que les précédentes. Les fonctions a', e', g', h' sont respectivement égales aux fonctions a, e, g, h multipliées par un même facteur; de même les fonctions b', f', k', l' aux fonctions b, f, k, l multipliées par une autre facteur. A cause des rela-

tions (2), le premier facteur doit être une fonction de u, le second une fonction de v. On aura donc

$$a' = aU, \qquad e' = eU, \qquad g' = gU,$$
$$b' = bV, \qquad f' = fV, \qquad k' = kV.$$

» On en déduira

$$m' = m\frac{U}{V}, \qquad n' = n\frac{V}{U}.$$

» Écrivons que les relations

$$(3)\qquad \begin{cases} ab + ef + gk + \dfrac{\partial m}{\partial v} + \dfrac{\partial n}{\partial u} = 0, \\ a'b' + e'f' + g'k' + \dfrac{\partial m'}{\partial v} + \dfrac{\partial n'}{\partial u} = 0 \end{cases}$$

sont satisfaites. La seconde peut s'écrire

$$(4)\qquad ab + ef + gk + \frac{\partial m}{\partial v}\frac{1}{V^2} + \frac{\partial n}{\partial u}\frac{1}{U^2} - m\frac{V'}{V^3} - n\frac{U'}{U^3} = 0.$$

» En retranchant (3) et (4), on trouve

$$(5)\qquad \frac{\partial m}{\partial v}\left(\frac{1}{V^2} - 1\right) + \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{V^2} - 1\right)' + \frac{\partial n}{\partial u}\left(\frac{1}{U^2} - 1\right) + \frac{1}{2}n\left(\frac{1}{U^2} - 1\right)' = 0.$$

» Laissons de côté ici le cas où l'une des fonctions U ou V se réduit à l'unité; la relation (5) peut s'écrire

$$(6)\qquad \frac{\partial}{\partial v}\left(m\frac{\sqrt{\frac{1}{V^2} - 1}}{\sqrt{\frac{1}{U^2} - 1}}\right) + \frac{\partial}{\partial u}\left(n\frac{\sqrt{\frac{1}{U^2} - 1}}{\sqrt{\frac{1}{V^2} - 1}}\right) = 0.$$

» On sait qu'on peut remplacer les fonctions U et V par les fonctions U_1 et V_1 telles que

$$\frac{1}{U^2} - 1 = \alpha\left(\frac{1}{U_1^2} - 1\right), \qquad \frac{1}{V^2} - 1 = \alpha\left(\frac{1}{V_1^2} - 1\right),$$

α étant une constante. Donc :

» *Si une congruence est* K *de deux façons, elle l'est d'une infinité.*

» La relation (6) permet de poser

$$m = \frac{\sqrt{\frac{1}{U^2} - 1}}{\sqrt{\frac{1}{V^2} - 1}}\frac{\partial\varphi}{\partial u}, \qquad n = -\frac{\sqrt{\frac{1}{V^2} - 1}}{\sqrt{\frac{1}{U^2} - 1}}\frac{\partial\varphi}{\partial v}.$$

» Alors, par exemple,

$$a^2\left(\frac{1}{U^2}-1\right)du^2+b^2\left(\frac{1}{V^2}-1\right)dv^2$$

est le ds^2 d'un plan. Le réseau de l'espace à cinq dimensions

$$a^2\,du^2+b^2\,dv^2$$

est associé à un réseau plan. Donc :

» *La recherche des congruences plusieurs fois* K *est identique au problème de Ribaucour dans l'espace à cinq dimensions.*

» Prenons alors une congruence K, applicable sur une infinité de congruences K′, K″, ...

» Si l'on coupe la congruence K′ par un plan isotrope, le point correspondant M de la congruence K décrit un réseau C; les points correspondants sur les autres congruences K″ décriront aussi des réseaux. Ces réseaux peuvent être situés soit dans un plan isotrope, soit dans un plan quelconque, soit enfin être en dehors de tous les plans. Donc :

» *Tout réseau* C *d'une congruence plusieurs fois* K *est :* C, C *ou* C, 2C *ou* C, 3C.

» Inversement :

» *Toute congruence conjuguée à un réseau* C, C *est plusieurs fois* K.

» Considérons un réseau C, 2C. Si le réseau était seulement 2C, il y aurait une seule congruence K qui lui est conjuguée; si le réseau est en outre C, cette congruence sera K de deux manières; donc :

» *Tout réseau* C, 2C *est aussi, d'une infinité de manières,* 2C *ou* 3C.

» Prenons maintenant un réseau C, 3C. A chaque réseau 3C est conjugué deux congruences K; ici ces deux congruences seront plusieurs fois K; donc :

» *Tout réseau* C, 3C *est d'une infinité de manières* 3C. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelles expressions des éléments d'un système orthogonal par les fonctions thêta de deux arguments et leur application à la Dynamique.* Note de M. **E. Jahnke**, présentée par M. Poincaré.

« On sait que l'on peut *composer* un système orthogonal avec *deux* systèmes orthogonaux. En poursuivant la voie ouverte par M. F. Caspary, je suis arrivé à généraliser la notion ordinaire de composition en composant un système orthogonal avec *quatre* systèmes orthogonaux.

» Ce système joue un rôle important dans l'étude des problèmes de

Dynamique. En effet, si l'on y introduit les fonctions thêta de deux arguments, on obtient de nouveaux systèmes orthogonaux qui renferment les solutions d'un nouveau groupe de problèmes de Dynamique. De plus, l'origine de ces systèmes porte à généraliser ce célèbre théorème de Jacobi qui permet de décomposer le mouvement d'un corps grave de révolution, suspendu par un point de son axe, en deux mouvements à la Poinsot.

» Avant d'établir le nouveau système composé, je vais rappeler d'abord les définitions suivantes que j'ai données dans un Mémoire, inséré au Tome CXVIII du *Journal de M. L. Fuchs* :

» Soient $\mathfrak{c}_{ij}(i, j = 1, 2, 3, 4)$,

$$\mathbb{C}p_{rs} = -(\mathfrak{c}_{1i}\,d\mathfrak{c}_{1j} + \mathfrak{c}_{2i}\,d\mathfrak{c}_{2j} + \mathfrak{c}_{3i}\,d\mathfrak{c}_{3j} + \mathfrak{c}_{4i}\,d\mathfrak{c}_{4j}), \qquad i \neq j \neq r \neq s;$$

$$\mathbb{C}v_{rs} = \mathfrak{c}_{i1}\,d\mathfrak{c}_{j1} + \mathfrak{c}_{i2}\,d\mathfrak{c}_{j2} + \mathfrak{c}_{i3}\,d\mathfrak{c}_{j3} + \mathfrak{c}_{i4}\,d\mathfrak{c}_{j4}, \qquad i, j, r, s = 1, 2, 3, 4; 1, 4, 2, 3, 2, 3, 1, 4; 2, 4, 3, 1, 3, 1, 2, 4; 3, 4, 1, 2,$$

où

$$\mathbb{C} = \mathfrak{c}_{1i}^2 + \mathfrak{c}_{2i}^2 + \mathfrak{c}_{3i}^2 + \mathfrak{c}_{4i}^2 = \mathfrak{c}_{i1}^2 + \mathfrak{c}_{i2}^2 + \mathfrak{c}_{i3}^2 + \mathfrak{c}_{i4}^2,$$

les vingt-huit *éléments* du système orthogonal $(\mathfrak{c}_{ij})$. Alors on en peut former les quinze *éléments* des deux systèmes orthogonaux $(\mathfrak{a}_{mn})$ et $(\mathfrak{b}_{mn})$

$$\mathfrak{a}_{mn},\ p_h(\alpha),\ v_h(\alpha); \quad \mathfrak{b}_{mn},\ p_h(\beta),\ v_h(\beta) \quad (m, n = 1, 2, 3;\ h = 1, 2, 3)$$

au moyen des relations

$$\mathbb{C}\mathfrak{a}_{1h} = \mathfrak{c}_{ij}^{14} - \mathfrak{c}_{rs}^{14}, \qquad \mathbb{C}\mathfrak{b}_{1h} = \mathfrak{c}_{ij}^{14} + \mathfrak{c}_{rs}^{14},$$
$$\mathbb{C}\mathfrak{a}_{2h} = \mathfrak{c}_{ij}^{24} - \mathfrak{c}_{rs}^{24}, \qquad \mathbb{C}\mathfrak{b}_{2h} = \mathfrak{c}_{ij}^{24} + \mathfrak{c}_{rs}^{24},$$
$$\mathbb{C}\mathfrak{a}_{3h} = \mathfrak{c}_{ij}^{34} - \mathfrak{c}_{rs}^{34}, \qquad \mathbb{C}\mathfrak{b}_{3h} = \mathfrak{c}_{ij}^{34} + \mathfrak{c}_{rs}^{34};$$

$$2p_{14} = p_1(\alpha) + p_1(\beta), \qquad 2v_{14} = v_1(\alpha) + v_1(\beta),$$
$$2p_{24} = p_2(\alpha) + p_2(\beta), \qquad 2v_{24} = v_2(\alpha) + v_2(\beta),$$
$$2p_{34} = p_3(\alpha) + p_3(\beta), \qquad 2v_{34} = v_3(\alpha) + v_3(\beta),$$
$$2p_{23} = -p_1(\alpha) + p_1(\beta), \qquad 2v_{23} = -v_1(\alpha) + v_1(\beta),$$
$$2p_{31} = -p_2(\alpha) + p_2(\beta), \qquad 2v_{31} = -v_2(\alpha) + v_2(\beta),$$
$$2p_{12} = -p_3(\alpha) + p_3(\beta), \qquad 2v_{12} = -v_3(\alpha) + v_3(\beta),$$

où

$$\mathfrak{c}_{i'j'}^{ij} = \mathfrak{c}_{ii'}\mathfrak{c}_{jj'} - \mathfrak{c}_{ij'}\mathfrak{c}_{ji'}.$$

» J'ai appelé les $(\mathfrak{a}_{mn})$ et $(\mathfrak{b}_{mn})$ les systèmes *adjoints* au système $(\mathfrak{c}_{ij})$ (voir *loc. cit.*, p. 225).

» De plus, désignons par $e_{mn}(m, n = 1, 2, 3)$,

$$p_h(e) = -(e_{1k}\,de_{1l} + e_{2k}\,de_{2l} + e_{3k}\,de_{3l}), \qquad h, k, l = 1, 2, 3, 2, 3, 1, 3, 1, 2$$
$$v_h(e) = e_{k1}\,de_{l1} + e_{k2}\,de_{l2} + e_{k3}\,de_{l3}$$

les quinze éléments d'un quatrième système orthogonal (e_{mn}). Alors le nouveau système, composé des systèmes (e_{mn}), $(\mathfrak{a}_{mn})$, $(\mathfrak{b}_{mn})$, $(\mathfrak{c}_{ij})$, prend la forme suivante

$$\mathrm{A}(a_{1h}+ia_{2h}) = \mathrm{E}\,\mathfrak{A}[(e_{11}+ie_{21})\,\mathfrak{a}_{h1}+(e_{12}+ie_{22})\,\mathfrak{a}_{h2}+(e_{13}+ie_{23})\,\mathfrak{a}_{h3}],$$
$$\mathrm{A}(a_{1h}-ia_{2h}) = \mathrm{E}\,\mathfrak{B}[(e_{11}-ie_{21})\,\mathfrak{b}_{h1}+(e_{12}-ie_{22})\,\mathfrak{b}_{h2}+(e_{13}-ie_{23})\,\mathfrak{b}_{h3}],$$
$$\mathrm{A}a_{3h} = \mathrm{E}(e_{31}\mathfrak{c}_{h1}+e_{32}\mathfrak{c}_{h2}+e_{33}\mathfrak{c}_{h3}-i\mathfrak{c}_{h4}),$$
$$\mathrm{A} = i\mathrm{E}(e_{31}\mathfrak{c}_{41}+e_{32}\mathfrak{c}_{42}+e_{33}\mathfrak{c}_{43}-i\mathfrak{c}_{44}),$$
$$\mathrm{A}p_h = \mathrm{E}[p_1(e)\,\mathfrak{c}_{h1}+p_2(e)\,\mathfrak{c}_{h2}+p_3(e)\,\mathfrak{c}_{h3}-i\varphi_3(e)\,\mathfrak{c}_{h4}]$$
$$+i\mathrm{E}(e_{31}\gamma_{h1}+e_{32}\gamma_{h2}+e_{33}\gamma_{h3}-i\gamma_{h4}),$$
$$\mathrm{A}\varphi_3 = i\mathrm{E}[p_1(e)\,\mathfrak{c}_{41}+p_2(e)\,\mathfrak{c}_{42}+p_3(e)\,\mathfrak{c}_{43}-i\varphi_3(e)\,\mathfrak{c}_{44}]$$
$$-\mathrm{E}(e_{31}\gamma_{41}+e_{32}\gamma_{42}+e_{33}\gamma_{43}-i\gamma_{44}),$$
$$\mathrm{A}(\varphi_1+i\varphi_2) = \mathrm{E}\,\mathfrak{A}[\varphi_1(e)+i\varphi_2(e)]$$
$$-\mathrm{E}\,\mathfrak{A}[(e_{11}+ie_{21})p_1(\alpha)$$
$$+(e_{12}+ie_{22})p_2(\alpha)+(e_{13}+ie_{23})p_3(\alpha)],$$
$$\mathrm{A}(\varphi_1-i\varphi_2) = \mathrm{E}\,\mathfrak{B}[\varphi_1(e)-i\varphi_2(e)]$$
$$-\mathrm{E}\,\mathfrak{B}[(e_{11}-ie_{21})p_1(\beta)$$
$$+(e_{12}-ie_{22})p_2(\beta)+(e_{13}-ie_{23})p_3(\beta)]$$
$$(h=1,\,2,\,3),$$

où

$$\mathfrak{C} = \mathfrak{A}\mathfrak{B}$$

et les facteurs E, $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$ relatifs aux systèmes (e_{mn}), $(\mathfrak{a}_{mn})$, $(\mathfrak{b}_{mn})$ jouent le même rôle que le facteur A relatif au système (a_{mn}). Les coefficients $\gamma_{ij}(i,j=1,2,3,4)$ découlent des coefficients $\mathfrak{c}_{ij}$, si l'on remplace les produits $\alpha_\mu\beta_\nu$ par les différences $\alpha_\mu\,d\beta_\nu-\beta_\nu\,d\alpha_\mu$ $(\mu=1,2,3,4)$ dans les expressions des $\mathfrak{c}_{ij}$ que M. F. Caspary a données au moyen des deux quadruples de paramètres α_μ, β_μ (voir *Journal de Borchardt*, t. 94, p. 75).

» Il est évident qu'en posant

$$\mathfrak{b}_{mn} = \mathfrak{a}_{mn}, \qquad \mathfrak{B} = \mathfrak{A}$$

et, par suite,

$$\mathfrak{c}_{h4} = \mathfrak{c}_{4h} = 0, \quad (h=1,2,3), \qquad \mathfrak{c}_{mn} = \mathfrak{a}_{mn}, \qquad \mathfrak{c}_{44}^2 = \mathfrak{C} = \mathfrak{A}^2,$$

le système (a_{mn}) se transforme en un système composé de la manière usuelle.

» Cela posé, pour tirer du système (a_{mn}) de nouveaux systèmes orthogonaux pour les fonctions thêta de deux arguments, on n'a qu'à y introduire les systèmes orthogonaux relatifs à ces fonctions et que l'on doit à

Weierstrass et à MM. H. Weber, F. Caspary et F. Kötter. On voit aisément que tous ces systèmes se divisent en deux classes différentes.

» En premier lieu, on peut remplacer le système (c_{ij}) et, par suite, les systèmes (a_{mn}) et (b_{mn}) par lesdites fonctions, en laissant le système (e_{mn}) quelconque. De là découle un système très général des fonctions thêta de deux arguments comprenant les solutions du problème de rotation dues à Jacobi, Lottner, Dumas, Halphen, M^me^ de Kowalevsky, et à MM. Hermite, Darboux, Hess, F. Caspary et F. Kötter, et celles du problème relatif au mouvement d'un corps solide dans un liquide et qui a été traité par MM. H. Weber, F. Caspary, F. Kötter, W. Stekloff, Liapounoff et R. Liouville. Ce système orthogonal a été découvert par M. F. Kötter (voir *Sitzungsber. der Berl. Ak.*, t. XXXVI, p. 807-814). Je l'ai complété et généralisé dans un Mémoire, dont M. L. Fuchs a bien voulu présenter un résumé à l'Académie de Berlin (voir *Sitzungsber. d. Berl. Ak.*, t. XXXIX, p. 1023-1030).

» En second lieu, c'est le système (e_{mn}) qui peut être remplacé par les fonctions thêta, tandis qu'on laisse les systèmes (c_{ij}), (a_{mn}) et (b_{mn}) quelconques. Ainsi se déduisent de nouveaux systèmes orthogonaux que l'on n'a pas encore établis, que je sache.

» Le plus simple de ces systèmes s'obtient en choisissant pour le système (e_{mn}) un système orthogonal des fonctions thêta ou sigma d'un seul argument communiqué par M. F. Caspary au Tome VI du *Journal de M. C. Jordan*. Il fournit la résolution du problème de la rotation de corps solides liés l'un à l'autre, dans le cas traité par MM. Wangerin et Volterra. Dans un Mémoire, qui va paraître prochainement, j'ai résolu complètement ce problème.

» Les autres systèmes de la deuxième classe renferment, eux aussi, les solutions de problèmes relatifs à la rotation et au mouvement dans un liquide. Si l'on divise lesdits problèmes en deux groupes, selon que les systèmes orthogonaux de la première ou de la deuxième classe en donnent les solutions, on peut dire que les problèmes du deuxième groupe se déduisent de ceux du premier groupe, en supposant encore des mouvements dans l'intérieur des corps solides, et qu'ils concernent donc des systèmes dynamiques que H. von Helmholtz a appelés *systèmes monocycliques* (voir *Journal de Kronecker*, t. XCVII). »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur une transformation de l'équation d'Hamilton*. Note de MM. **W. Ebert** et **J. Perchot**, présentée par M. Poincaré.

« La méthode employée par M. Jacobi, pour intégrer l'équation d'Hamilton, consiste à introduire des variables telles que les deux membres de l'équation soient formés de plusieurs expressions dans chacune desquelles il n'entre qu'une seule inconnue. M. Stäckel a démontré que cette méthode n'est applicable que s'il existe une intégrale entière et du deuxième degré par rapport aux vitesses.

» Nous nous proposons d'établir que, dans certains cas, on peut remplacer l'équation d'Hamilton par une autre, de même forme, dans laquelle figure, au lieu d'une des variables primitives, un des paramètres du problème.

» Considérons l'équation

$$\frac{1}{2}\left[\left(\frac{dS}{dr}\right)^2 r^2 + \left(\frac{dS}{dv}\right)^2\right] = R(r, v, \alpha), \tag{1}$$

où α désigne un paramètre quelconque, par exemple la force vive, et supposons que $R(r, v, \alpha)$ soit de la forme

$$R(r, v, \alpha) = \frac{1}{\alpha^n} F\left(\frac{r}{\alpha^m}, v\right).$$

On a

$$mr\frac{dR}{dr} + \alpha\frac{dR}{d\alpha} + nR = 0, \tag{2}$$

m et n étant deux nombres déterminés.

» L'équation (1) devant être vérifiée identiquement, son premier membre satisfait à la même relation que $R(r, v, \alpha)$. On a donc

$$\begin{cases} 0 = \dfrac{dS}{dr}\left[mr^2\dfrac{d^2S}{dr^2} + \alpha r^2\dfrac{d^2S}{d\alpha\, dr} + r^2\dfrac{dS}{dr}\left(\dfrac{n}{2} + m\right)\right] \\ \qquad + \dfrac{dS}{dv}\left(mr\dfrac{d^2S}{dr\, dv} + \alpha\dfrac{d^2S}{dv\, d\alpha} + \dfrac{n}{2}\dfrac{dS}{dv}\right). \end{cases} \tag{3}$$

» Il est aisé de vérifier que cette équation est encore satisfaite par les solutions de (4),

$$0 = mr\frac{dS}{dr} + \alpha\frac{dS}{d\alpha} + \frac{n}{2}S. \tag{4}$$

Nous nous proposons d'abord de montrer que les équations (1) et (4) ont des intégrales communes. On sait qu'on satisfait à (4) par des expressions de la forme

$$S = \frac{1}{\alpha^{\frac{n}{2}}} G(r_1, v), \tag{5}$$

où l'on a

$$r_1 = \frac{r}{\alpha^m}.$$

Avec ce changement de variables, l'équation (1) devient

$$\frac{1}{2}\left[\left(\frac{dG}{dr_1}\right)^2 r_1^2 + \left(\frac{dG}{dv}\right)^2\right] = F(r_1, v). \tag{6}$$

En remplaçant, dans une intégrale complète de (6), r_1 par $\frac{r}{\alpha^m}$ et en déterminant S par la formule (5), on obtient une solution commune des équations (1) et (4).

» De la formule (5) on déduit

$$r\frac{dS}{dr} = -\frac{\alpha^{-\frac{n}{2}+1}}{m}\frac{dG}{d\alpha},$$

et, en substituant dans (1), on trouve

$$\frac{1}{2}\left[\frac{\alpha^2}{m^2}\left(\frac{dG}{d\alpha}\right)^2 + \left(\frac{dG}{dv}\right)^2\right] = R\alpha^n. \tag{7}$$

On introduit ainsi α, comme variable, au lieu de r.

» Nous allons appliquer ce qui précède au mouvement plan d'un point matériel attiré par un centre fixe.

» Soient r et v les coordonnées polaires du point mobile par rapport au centre fixe et α la constante des forces vives. L'équation d'Hamilton est

$$\frac{1}{2}\left[\left(\frac{dS}{dr}\right)^2 r^2 + \left(\frac{dS}{dv}\right)^2\right] = k^2 r + \alpha r^2 = R; \tag{8}$$

on a

$$-r\frac{dR}{dr} + \alpha\frac{dR}{d\alpha} + R = 0.$$

» En posant

$$S = \frac{1}{\sqrt{\alpha}} G(r_1, v), \qquad r_1 = \alpha r, \tag{9}$$

l'équation (8) s'écrit

$$\frac{1}{2}\left[\left(\frac{dG}{dr_1}\right)^2 r_1^2 + \left(\frac{dG}{dv}\right)^2\right] = k^2 r_1 + r_1^2.$$

Elle admet l'intégrale

$$G = \int dr_1 \sqrt{\frac{2k^2}{r_1} + 2 - \frac{\alpha_1}{r_1^2}} + \sqrt{\alpha_1}\, v; \tag{10}$$

on a donc, par la formule (9),

$$S = \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \int dr_1 \sqrt{\frac{2k^2}{r_1} + 2 - \frac{\alpha_1}{r_1^2}} + \frac{\sqrt{\alpha_1}}{\sqrt{\alpha}} v.$$

» En remplaçant, dans cette expression, r_1 par αr et en considérant r comme variable, α comme paramètre, on est conduit à la solution de Jacobi. D'autre part, l'équation (7) est, dans ce cas,

$$\frac{1}{2}\left[\alpha^2 \left(\frac{dG}{d\alpha}\right)^2 + \left(\frac{dG}{dv}\right)^2\right] = k^2 \alpha r + \alpha^2 r^2; \tag{11}$$

en remplaçant encore r_1 par αr dans (10), en y considérant r comme constante et α comme variable, on obtient une solution de l'équation (11). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les déformations qu'éprouve un diélectrique solide lorsqu'il devient le siège d'un champ électrique*. Note de M. **Paul Sacerdote**, présentée par M. Lippmann.

« Je me propose de montrer que les deux principes de la conservation de l'énergie et de l'électricité permettent de prévoir ces phénomènes de déformations [découverts par M. Duter (1) pour les condensateurs sphériques] et de les rattacher aux lois de l'élasticité; je me bornerai au cas d'un diélectrique homogène et isotrope.

» Prenons une *lame diélectrique plane* et métallisons-la sur ses deux faces, de façon à former un condensateur plan d'épaisseur e.

» 1° *Déformation dans les directions perpendiculaires aux lignes de force.* — Par symétrie, cette déformation est la même pour toutes ces directions. Donnons à la lame une forme rectangulaire de côtés ll' et imaginons cette lame soumise à une traction q parallèle à l par exemple; *maintenons la température constante*, l'état de la lame sera alors fonction de deux variables : la traction q et la différence de potentiel V entre les armatures; produisons une transformation dV, dq; le travail à fournir est

$$d\varpi = V\, dM + q\, dl,$$

(1) Duter, *Comptes rendus*, p. 828, 960, 1036; 1878; p. 1260; 1879.

M désignant la charge électrique du condensateur : ce qui peut s'écrire, en tenant compte du principe de la conservation de l'électricité,

$$d\mathcal{E} = \mathrm{V}\left(\frac{\partial \mathrm{M}}{\partial \mathrm{V}}\,d\mathrm{V} + \frac{\partial \mathrm{M}}{\partial q}\,dq\right) + q\left(\frac{\partial l}{\partial \mathrm{V}}\,d\mathrm{V} + \frac{\partial l}{\partial q}\,dq\right);$$

mais cette expression de ce travail est une différentielle exacte, d'après le principe de la conservation de l'énergie ; d'où, après réductions (¹),

$$\text{(1)} \qquad \frac{\partial l}{\partial \mathrm{V}} = \mathrm{V}\frac{\partial \mathrm{C}}{\partial q};$$

la variation de la capacité par la traction est faible, donc on peut négliger ses propres variations avec V, c'est-à-dire regarder $\frac{\partial \mathrm{C}}{\partial q}$ comme indépendant de V (²); en intégrant (1), on a alors

$$\text{(1')} \qquad \Delta l = \frac{\mathrm{V}^2}{2}\,\frac{\partial \mathrm{C}}{\partial q}.$$

Cette formule est vraie, quelle que soit la valeur de q; elle nous donnera encore la déformation pour $q = 0$, c'est-à-dire dans le cas du condensateur libre qui est celui que nous voulons étudier; mais $\mathrm{C} = \frac{\mathrm{K}\,ll'}{4\pi e}$, K désigne la constante diélectrique

$$(\alpha) \qquad \frac{1}{\mathrm{C}}\,\frac{\partial \mathrm{C}}{\partial q} = \frac{1}{\mathrm{K}}\,\frac{\partial \mathrm{K}}{\partial q} + \frac{1}{l}\,\frac{\partial l}{\partial q} + \frac{1}{l'}\,\frac{\partial l'}{\partial q} - \frac{1}{e}\,\frac{\partial e}{\partial q};$$

les deux derniers termes se détruisent, car la traction contracte également toutes les lignes qui lui sont perpendiculaires; il reste

$$(\beta) \qquad \frac{1}{\mathrm{C}}\,\frac{\partial \mathrm{C}}{\partial q} = (k_1 + a)\,\frac{1}{el},$$

a désignant le coefficient d'allongement longitudinal, k_1 désignant le coefficient de variation de K *par traction perpendiculaire aux lignes de force.*

» Portons cette valeur (β) dans (1'), nous obtenons, après calculs,

$$\text{(1'')} \qquad \left(\frac{\Delta l}{l}\right) = (k_1 + a)\left(\frac{\mathrm{KH}^2}{8\pi}\right);$$

(¹) Le raisonnement précédent est à peu près la reproduction de celui fait par M. Lippmann dans ses *Applications du principe de la conservation de l'électricité* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXIV, p. 145; 1881).

(²) L'expérience justifie cette hypothèse, puisqu'elle montre que, dans tous les cas étudiés, la déformation est bien proportionnelle à V^2.

telle est la formule qui donnera la variation Δl de l dans la direction perpendiculaire aux lignes de force, mais elle ne la donne *avec certitude qu'au départ*, c'est-à-dire tant que le condensateur n'est chargé qu'à un potentiel assez faible pour que les lois de l'élasticité subsistent; nous interpréterons cette relation (1″) un peu plus loin.

» 2° *Déformation dans la direction des lignes de force.* — Imaginons la lame soumise cette fois à une traction q parallèle aux lignes de force; un calcul identique au précédent donne

$$\frac{\partial e}{\partial \mathrm{V}} = \mathrm{V}\frac{\partial \mathrm{C}}{\partial q}, \tag{2}$$

et en intégrant

$$\Delta e = \frac{\mathrm{V}^2}{2}\frac{\partial \mathrm{C}}{\partial q}; \tag{2'}$$

la relation (α) donne, cette fois,

$$\frac{1}{\mathrm{C}}\frac{\partial \mathrm{C}}{\partial q} = (k_2 - a - 2b); \tag{β'}$$

b désigne le coefficient de contraction transversale; k_2 le coefficient de variation de K *par traction parallèle aux lignes de force.*

» Portons cette valeur (β′) dans (2′) et l'on obtient, après calculs,

$$\left(\frac{\Delta e}{e}\right) = (k_2 - a - 2b)\left(\frac{\mathrm{KH}^2}{8\pi}\right). \tag{2''}$$

» 3° *Variation du volume u de la lame diélectrique.* — Imaginons la lame soumise à une traction uniforme q sur toute sa surface, un calcul identique au précédent donne

$$\left(\frac{\Delta u}{u}\right) = \left(k + \frac{c}{3}\right)\left(\frac{\mathrm{KH}^2}{8\pi}\right); \tag{3}$$

c désigne le coefficient de compressibilité cubique du diélectrique $c = 3(a-2b)$; *k le coefficient de variation de* K *par traction superficielle uniforme.*

» *Remarque.* — On peut aussi déduire cette variation de volume des résultats précédents (1″), (2″); on obtient ainsi :

$$\frac{\Delta u}{u} = [(k_2 + 2k_1) + (a - 2b)]\left(\frac{\mathrm{KH}^2}{8\pi}\right) = \left[(k_2 + 2k_1) + \frac{c}{3}\right]\left(\frac{\mathrm{KH}^2}{8\pi}\right);$$

en comparant ce résultat au précédent (3″), on obtient la relation

$$k = k_2 + 2k_1. \tag{4}$$

» *En résumé*, les formules (1″), (2″), (3) montrent que *toutes les défor-*

mations unitaires subies par une lame diélectrique plane sont proportionnelles à l'énergie électrique par unité de volume $\left(\frac{KH^2}{8\pi}\right)$.

» *Les coefficients sont :*

$(k_1 + a)$ *pour la variation unitaire perpendiculairement au champ ;*

$(k_2 - a - 2b)$ *pour la variation unitaire parallèlement au champ ;*

$\left(k + \frac{c}{3}\right)$ *pour la variation de volume par unité de volume.*

» Les coefficients élastiques a, b, c sont, en général, connus; mais aucune expérience n'a encore été faite pour déterminer k_1, k_2, k qui sont probablement très petits; si nous négligeons ces derniers, les résultats ci-dessus indiquent qu'il doit y avoir : *contraction dans la direction des lignes de force; allongement dans les directions perpendiculaires* et *augmentation du volume du diélectrique*. Pour ces deux derniers phénomènes, le sens est bien celui que donne l'expérience faite sur le verre; quant au premier, il n'a pas encore été observé.

Remarque. — Des raisonnements, calqués sur ceux que nous venons de faire, permettraient d'étudier les déformations d'une *lame diélectrique cylindrique* (condensateur de M. Righi) ou *sphérique* (condensateur de M. Duter); je reviendrai ultérieurement sur ces deux cas. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème de la théorie analytique de la chaleur.* Note de **W. Stekloff**, présentée par M. Poincaré.

« Soit (D) un domaine de l'espace limité par une surface convexe (S), ayant en tout point une courbure finie et déterminée. On sait qu'il existe une infinité des nombres positifs $\mu_s (s = 1, 2, \ldots)$ et des fonctions correspondantes V_s, satisfaisant aux conditions

$$(1)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial^2 V_s}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 V_s}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 V_s}{\partial z^2} + \mu_s V_s = 0 & \text{à l'intérieur de (D),} \\ \dfrac{\partial V_s}{\partial n} + h V_s = 0 & \text{sur (S),} \end{cases}$$

où n désigne la direction de la normale extérieure à (S), h une constante positive (Voir H. Poincaré, *Rendic. del circ. di Palermo*, 1894; Le Roy, *Comptes rendus*, 18 mars 1895).

» Soient B_s des constantes quelconques, f une fonction finie et continue à l'intérieur de (D) avec ses dérivées du premier ordre. Désignons

par $a\tau$ l'élément du volume de (D), par ds l'élément de la surface (S) et posons

$$R_p = f - B_1 V_1 - B_2 V_2 - \ldots - B_p V_p,$$

$$V^p = \int \left[\left(\frac{\partial R_p}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R_p}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial R_p}{\partial z}\right)^2 \right] d\tau + h \int R_p^2 \, ds, \qquad W^p = \int R_p^2 \, d\tau,$$

$$A_s = \int\int V_s \, d\tau.$$

» Il est aisé de constater que

$$(2) \qquad V^p = M + \sum_{s=1}^{p} \mu_s (C_s^2 - A_s^2), \qquad W^p = N + \sum_{s=1}^{p} (C_s^2 - A_s^2),$$

où

$$M = \int \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2 \right] d\tau + h \int f^2 \, ds, \qquad N = \int f^2 \, d\tau,$$

$$C_s = B_s - A_s.$$

» Désignons par V_0^p et W_0^p les valeurs de V^p et W^p pour $B_s = A_s$. Les égalités (2) nous montrent que

$$(3) \qquad V^p - \mu_p W_p < V_0^p - \mu_p W_0^p.$$

» Soient $\alpha_s (s = 1, 2, \ldots, m)$ m coefficients arbitraires, $\varphi_s (s = 1, 2, \ldots, m)$ m fonctions quelconques. Posons

$$B_s = \int \varphi V_s \, d\tau, \qquad \varphi = \sum_{s=1}^{m} \alpha_s \varphi_s.$$

» On peut choisir les α_s de telle façon que le rapport $\frac{V^p}{W^p}$ soit plus grand que L_m; L_m est un nombre qui croît indéfiniment avec m. D'autre part, on peut choisir le nombre m de telle façon que $L_m > \mu_p$.

» Par conséquent [l'inégalité (3)]

$$(4) \qquad W_0^p < \frac{V_0^p}{\mu_p},$$

et, comme V_0^p est une fonction décroissante de p,

$$\lim_{p=\infty} W_0^p = 0,$$

parce que μ_p croît indéfiniment avec p.

» Nous pourrons énoncer le théorème suivant :

» *Si f est une fonction finie et continue à l'intérieur de* (D) *avec ses dérivées*

du premier ordre, on a :

$$\int f^2\, d\tau = \sum_{s=1}^{\infty} A_s^2, \qquad A_s = \int f V_s\, d\tau. \tag{5}$$

» Il faut remarquer que, dans le cas des fonctions trigonométriques et sphériques, l'égalité de la forme (5) fut établie plus tôt que moi par M. Liapounoff, par une méthode toute différente et sous les conditions très générales par rapport à f (¹).

» Soit ψ une fonction *intégrable* à l'intérieur de (D) et satisfaisant à la condition

$$\int \psi^2\, d\tau < Q,$$

Q étant un nombre assignable. De l'égalité (5) nous tirerons la suivante :

$$\int f\psi\, d\tau = \sum_{s=1}^{\infty} A_s A'_s, \qquad A'_s = \int \psi V_s\, d\tau. \tag{6}$$

» Soit G la fonction de Green généralisée satisfaisant sur (S) à l'équation du rayonnement. On a (Le Roy, H. Poincaré)

$$\int G^2\, d\tau < Q, \quad V_s = \mu_s \int G V'_s\, d\tau'.$$

» L'égalité (6) nous donne

$$\int f' G\, d\tau' = \sum_{s=1}^{\infty} \frac{A_s V_s}{\mu_s}. \tag{7}$$

» Supposons que f satisfait à l'équation du rayonnement sur (S) et admet les dérivées des trois premiers ordres. On a

$$f + \int G \Delta f'\, d\tau' = 0.$$

» D'autre part [d'après (7)]

$$\int G \Delta f'\, d\tau' = \sum_{s=1}^{\infty} \frac{B_s V_s}{\mu_s}, \qquad B_s = \int \Delta f V_s\, d\tau,$$

$$A_s = \int f V_s\, d\tau = -\frac{B_s}{\mu_s};$$

par conséquent

$$\sum_{s=1}^{\infty} A_s V_s = -\sum_{s=1}^{\infty} \frac{B_s V_s}{\mu_s} = -\int G \Delta f'\, d\tau'$$

W. S.

(¹) Dans le cas de M. Liapounoff f est seulement fini et intégrable.

et

$$f = \sum_{s=1}^{\infty} A_s V_s.$$

» Il est aisé de démontrer que *la série* $\sum_{s=1}^{\infty} A_s V_s$ *converge absolument.*

» Nous aurons donc ce théorème :

» *La fonction f est développable en série absolument convergente procédant suivant les fonctions* V_s, *si elle est finie et continue avec ses dérivées des trois premiers ordres à l'intérieur de* (D) *et satisfait à l'équation du rayonnement sur* (S).

» Il importe de remarquer que la méthode indiquée est aussi applicable dans le cas de $h = 0$, $h = \infty$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique des solutions de permanganate de potassium* (1). Note de M. **Emmanuel Legrand**, présentée par M. Lippmann.

« Au cours d'autres recherches j'ai été amené à étudier les propriétés électro-chimiques et en particulier la conductibilité des dissolutions de permanganate de potassium, sur laquelle je n'ai pu trouver de données numériques dans la littérature existante.

» Je me suis servi pour cette conductibilité de la méthode de Kohlrausch basée sur l'emploi du réseau de Wheatstone traversé par un courant alternatif et du téléphone. Le courant alternatif est fourni par un petit alternateur de Siemens, à aimant permanent, mû par un moteur à courants continus.

» La dissolution est contenue dans un vase de verre renfermant comme électrodes deux disques de platine maintenus horizontaux et parallèles entre eux. Ces disques ont un diamètre de 3^{cm} et sont distants de 1^{cm} environ. Ces électrodes sont, avant chaque expérience, soigneusement platinées pour diminuer autant que possible l'influence de la polarisation.

» On commence par étalonner l'appareil en faisant une expérience sur une solution de chlorure de potassium renfermant $\frac{1}{50}$ de molécule par litre.

» J'ai opéré sur des solutions contenant $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{64}$, $\frac{1}{128}$, $\frac{1}{256}$ et $\frac{1}{1024}$ de mo-

(1) Travail fait au laboratoire d'Enseignement physique, à la Sorbonne.

lécule de permanganate de potassium par litre. Je n'ai pu pousser plus loin les mesures, car pour des dilutions supérieures à $\frac{1}{1024}$ les minima accusés par le téléphone n'étaient plus appréciables exactement.

» La solution primitive au $\frac{1}{16}$ de molécule est titrée directement, les autres sont obtenues dans le vase lui-même, en enlevant chaque fois un volume de solution convenable et en le remplaçant par un égal volume d'eau distillée.

» Le vase à électrolyte est placé dans un bain d'eau. Un agitateur à hélice, constamment en mouvement, assure le mélange de toutes les couches d'eau, dont la température est maintenue constante, à $\frac{1}{10}$ de degré près, par un régulateur de gaz basé sur la dilatation du toluène. Les mesures ont été effectuées aux températures de 25°, 35° et 45°.

» Voici les valeurs des conductibilités moléculaires observées :

Concentration.		Conductibilité observée.	Conductibilité moléculaire.
$\frac{1}{16}$ normale	25°	0,00716	0,1145.10³
	35	0,00869	0,1390
	45	0,00992	0,1587
$\frac{1}{32}$ normale	25	0,00370	0,1184
	35	0,00443	0,1417
	45	0,00501	0,1603
$\frac{1}{64}$ normale	25	0,00189	0,1209
	35	0,00229	0,1465
	45	0,00260	0,1664
$\frac{1}{128}$ normale	25	0,00097	0,1241
	35	0,0011	0,1408
	45	0,0012	0,1536
$\frac{1}{256}$ normale	25	0,00050	0,1280
	35	0,00060	0,1536
	45	0,00064	0,1638
$\frac{1}{512}$ normale	25	0,00024	0,1228
	35	0,00030	0,1536
	45	0,00032	0,1638
$\frac{1}{1024}$ normale	25	0,00012	0,1228
	35	0,00015	0,1536
	45	0,00015	0,1536

» D'après ce Tableau :

» 1° On voit qu'à une même température la conductibilité moléculaire

croît avec la dilution et tend vers la valeur limite 124 observée par les précédents expérimentateurs pour les sels neutres à 25°;

» 2° La conductibilité augmente, quand la température s'élève, d'autant moins rapidement que la température est plus élevée. Par exemple, pour la solution $\frac{1}{16}$ normale le coefficient de température est 0,021 entre 25° et 35°, et 0,014 entre 35° et 45°.

» Ce coefficient varie d'ailleurs peu avec la dilution et reste voisin des valeurs indiquées ci-dessus pour les différentes concentrations que j'ai étudiées. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résonance multiple*. Note de M. **Louis Décombe**, présentée par M. Lippmann.

« L'oscillateur électrique a été l'objet d'un grand nombre de travaux, très divers au double point de vue des procédés employés et des résultats obtenus.

» Les phénomènes dont il est le siège n'ont guère été étudiés que par des méthodes indirectes qui ont donné lieu quelquefois, principalement au sujet de la résonance multiple, à de longues controverses d'où il ne semble pas qu'une opinion généralement acceptée soit encore sortie.

» Des expériences directes, mettant en pleine évidence les phénomènes et les rendant en quelque sorte palpables, paraissent seules susceptibles de trancher définitivement la question.

» L'analyse de l'étincelle explosive par le miroir tournant et la fixation du phénomène sur une plaque sensible par la photographie constituent une de ces méthodes directes dont les conclusions s'imposent avec la force de l'évidence même et contre lesquelles il semble difficile de continuer à élever les objections que soulevaient les méthodes indirectes.

» Cette méthode a été effectivement appliquée en ces dernières années à l'étude des oscillations hertziennes; mais, tandis que les auteurs des deux premiers travaux parus sur ce sujet se sont surtout occupés des oscillations qui se propagent dans un circuit auxiliaire qu'ils appellent *circuit secondaire*, les épreuves que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans sa séance du 14 février sont relatives à *l'appareil producteur d'ondes lui-même* et permettent, par conséquent, de déterminer la nature du phénomène oscillatoire dont il est le siège.

» Ces épreuves, très nettes et très caractéristiques, montrent immédia-

tement le caractère oscillatoire de la décharge. De plus, et c'est là le point capital, elles n'indiquent jamais la présence que *d'une radiation, et d'une seule,* de période déterminée, variable avec les dimensions de l'excitateur.

» Il faut donc renoncer à l'hypothèse d'un spectre continu de radiations, hypothèse sur laquelle MM. Sarasin et de la Rive ont fondé leur explication de la résonance multiple; *l'excitateur possède une période et un décrément logarithmique propres* qui varient l'un et l'autre avec ses dimensions.

» Il faut également rejeter l'ingénieuse explication proposée par M. Swyngedauw (1) et d'après laquelle, grâce à l'échauffement dû à l'étincelle, l'excitateur serait le siège d'une série d'oscillations de périodes décroissantes depuis $T_0 = \infty$ jusqu'à la valeur limite $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

» Les épreuves ne confirment pas cette manière de voir; toutes les oscillations visibles d'une même décharge sont sensiblement égales.

» Ceci ne doit pas nous surprendre. A supposer, en effet, que l'échauffement dû à l'étincelle ait pour résultat de diminuer rapidement sa résistance, il ne faut pas oublier que Feddersen a montré expérimentalement l'indépendance de la période par rapport à la résistance du circuit, et cela dans des limites très étendues (2).

» La seule explication possible de la résonance multiple est donc celle qu'en ont donnée MM. Poincaré (3) et Bjerknes (4) en se basant sur des considérations d'amortissement, qu'ils ont été les premiers à introduire dans la question et que l'expérience a d'ailleurs vérifiées (5). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'ampèremètre thermique à mercure, ses applications industrielles : nouvel étalon de force électromotrice* (6). Note de M. **Charles Camichel**, présentée par M. J. Violle.

« J'ai donné dans une Communication récente (*Comptes rendus*, t. CXXVI, n° 3) la description du dernier modèle de l'ampèremètre thermique à mercure, qui permet facilement de mesurer au $\frac{1}{200}$ près un courant de 1ª, 5 par

(1) Swyngedauw, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 556; 1897.
(2) Feddersen, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LXIX, p. 178; 1863.
(3) Poincaré, *Archives de Genève*, t. XXV, p. 609; 1891.
(4) Bjerknes, *Wied. Ann.*, t. XLIV, p. 74; 1891.
(5) Bjerknes, *loc. cit.*
(6) Institut de Physique industrielle de l'Université de Lille.

une détermination durant une minute, et j'ai insisté sur la grande qualité de cet instrument qui est la *constance de ses indications*.

» On a objecté que cette constance serait compromise par un échauffement excessif de la colonne de mercure intérieure; cette cause d'erreur n'existe pas. Le tube intérieur a un diamètre très mince, et la chaleur développée par le passage du courant se transmet *immédiatement* au réservoir thermométrique annulaire : l'observation directe de l'instrument le montre bien; on voit, en effet, la colonne mercurielle du thermomètre redescendre, dès que le courant cesse de traverser l'appareil. D'ailleurs, j'ai mesuré la variation de résistance intérieure de l'ampèremètre, pendant la durée d'une expérience. Cette variation est au maximum $0^{ohm},036$ pour le courant maximum que l'appareil peut supporter; l'élévation de température correspondante est environ 50°. On peut être sûr, par conséquent, que le tube intérieur n'est jamais porté à une température supérieure à 70°.

» L'appareil, construit par M. Hémot, me donne depuis qu'il fonctionne, c'est-à-dire depuis le commencement de décembre 1897; des indications très concordantes.

» II. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie quelques applications de l'ampèremètre à mercure.

» Il permet d'abord de réaliser un étalon de force électromotrice extrêmement constant.

» Un courant de 1 à 2 ampères, pris sur une forte batterie d'accumulateurs, traverse d'abord une résistance *r* ayant, pour l'appareil décrit, $1^{ohm},154$ à 13°,5; cette résistance est égale à celle de l'ampèremètre; le courant circule ensuite dans une résistance R de $8^{ohm},900$, que l'on peut appeler *résistance de compensation*. Elle est destinée à rendre négligeables les variations de résistance intérieure de l'appareil.

» Quand on veut faire une mesure, un commutateur à bascule permet d'interrompre brusquement le courant dans la résistance *r*, pour le faire passer dans l'ampèremètre; au bout d'une minute on abandonne le commutateur à lui-même et un ressort fait basculer le commutateur et rétablit les choses dans leur état primitif. Si la résistance *r* est bien réglée, le courant doit conserver, dans le circuit, identiquement la même valeur, avant, pendant et après la mesure. Les résistances *r* et R sont constituées par des bandes de maillechort ayant $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur sur 5^{mm} de large; elles plongent dans un bain de pétrole.

» L'élévation de température de la colonne mercurielle du thermomètre donne immédiatement le courant, une simple multiplication donne la force électromotrice dont on dispose aux extrémités de la résistance de com-

pensation. En subdivisant la résistance de compensation on peut avoir une échelle de forces électromotrices, comprises entre 1 et 16 volts.

» III. Quand on veut étalonner un voltmètre quelconque, on procède de la façon suivante : les forces électromotrices données par l'expérience précédente permettent de graduer un voltmètre allant de 1 à 16 volts. En changeant la résistance qui est disposée en série avec ce voltmètre, on peut, par la méthode classique, passer à la mesure des forces électromotrices d'un autre ordre de grandeur.

» IV. L'ampèremètre thermique a une résistance intérieure égale à $r + R$, c'est-à-dire $10^{ohms},054$. Il est facile de le shunter. En le munissant d'une série de shunts, on mesure des courants compris entre 0 et 1000 ampères.

» IV. Je signalerai en terminant d'autres dispositions sur lesquelles je reviendrai :

» 1° On réalise un ampèremètre thermique du modèle que j'ai présenté à l'Académie l'an dernier en faisant passer le courant à mesurer dans un dépôt métallique fait sur le réservoir d'un thermomètre en verre mince.

» 2° L'ampèremètre thermique du dernier modèle rempli d'un électrolyte constitue un voltmètre très portatif. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Comparaison des valeurs des poids atomiques de l'hydrogène, de l'azote et du carbone déduites de données physiques avec les valeurs déduites de l'analyse chimique.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« J'ai calculé dans une Note précédente, au moyen de deux données physiques connues avec une grande précision, densité et compressibilité : 1° les volumes moléculaires V_m à 0° et sous la pression atmosphérique des gaz hydrogène, azote, oxyde de carbone et oxygène; 2° les poids moléculaires M de ces gaz; 3° les poids atomiques μ de l'hydrogène, de l'azote et du carbone qui en découlent, le poids atomique de l'oxygène étant posé, par convention, égal à 16 :

	H.	Az.	CO.	O.
V_m.....	1,00046	0,99962	0,99954	0,99924
M.....	2,01472	28,0132	28,0068	32
μ.....	1,0074	14,007	12,007	16

» *Conclusions*. — I. Le volume moléculaire d'un gaz à 0° et sous la pression atmosphérique étant égal à 1 pour un gaz qui suivrait exactement la loi de

Mariotte, ce volume a la valeur $1 - a$ pour un gaz qui ne la suit pas (1). Le volume moléculaire de l'hydrogène, qui est moins compressible à 0° que ne l'exige la loi, est donc supérieur à 1; celui des autres gaz qui sont plus compressibles, est inférieur à 1.

» Il n'existe qu'un seul cas où le rapport de deux volumes moléculaires ait été mesuré avec une haute précision : c'est le cas des gaz de l'eau. J'y trouve une confirmation précieuse de mes calculs. En effet, d'après le Tableau précédent, la composition en volumes de l'eau est représentée par

$$H^2 : O = 2,0024.$$

» Les mesures eudiométriques directes [Scott (2), *Proceed. Roy. Soc.*, t. LIII, p. 130; 1893) ont donné

$$H^2 : O = 2,0026.$$

» II. Les poids atomiques de l'hydrogène, de l'azote, du carbone et de l'oxygène, calculés comme il a été dit, sont

$$H = 1,0074,$$
$$Az = 14,007,$$
$$C = 12,007,$$
$$O = 16,$$

avec une erreur maximum de $\pm \frac{1}{5000}$ sur la valeur de ces nombres.

---

(1) Je rappelle que a est défini par l'équation de Regnault, $\frac{p_0 v_0}{pv} - 1 = a(p - p_0)$ et représente l'écart de la compressibilité du gaz par rapport à la loi de Mariotte pour une variation de pression de 1 atmosphère.

(2) M. Scott a trouvé, à la température du laboratoire, le rapport volumétrique $H^2 : O = 2,0024$, que j'ai ramené à 0° au moyen des coefficients de dilatation de l'hydrogène et de l'oxygène (Leduc, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 769; 1897).

M. Leduc a trouvé, pour la densité du gaz tonnant par rapport à l'air, 0,41423 (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 311; 1892), ce qui donne pour la densité par rapport à l'oxygène $\frac{0,41423}{1,10523} = 0,37479$. [M. Morley a trouvé plus tard (*Amer. chem. Journal*, t. XVII, p. 267; 1895, et *Smithsonian contributions to Knowledge*, 1895) le nombre très voisin 0,37475, d'où l'on déduit pour le rapport $H^2 : O$ un nombre un peu supérieur au précédent; mais en raison des phénomènes révélés par les expériences postérieures de MM. Leduc et Sacerdote sur le mélange des gaz, il est probable que le nombre ainsi calculé est un peu trop élevé et devrait subir une correction que des expériences directes sur le mélange tonnant pourraient seules faire connaître avec rigueur.]

» Ces poids atomiques, déduits de considérations purement physiques, concordent remarquablement avec les valeurs obtenues par les chimistes dans leurs analyses pondérales.

» Pour obtenir, par voie chimique, les poids atomiques de l'hydrogène et du carbone en fonction de celui de l'oxygène, la méthode la plus directe et la meilleure consiste à faire les synthèses de l'eau et de l'acide carbonique.

» Les diverses synthèses en poids de l'eau, effectuées dans ces dernières années par MM. Cooke et Richards, Lord Rayleigh, Dittmar et Henderson, Leduc, Thomsen, Morley, donnent pour le rapport O:H des nombres variant de 15,866 à 15,897, dont la moyenne 15,880 est généralement admise aujourd'hui par les chimistes. En particulier, les expériences de M. Leduc par la méthode de Dumas (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 41; 1892), lesquelles offrent les caractères d'une grande exactitude, donnent

$$O:H = 15{,}881:1 \quad \text{ou} \quad 16:1{,}0075,$$

ce qui est presque exactement le rapport calculé plus haut d'après les données purement physiques (1).

» Les synthèses de l'acide carbonique, en raison de la pureté du diamant ou du graphite et de la facilité que l'état solide de ces corps donne aux pesées, ont toujours conduit à des résultats très concordants pour le poids atomique du carbone :

11,998 Dumas et Stas (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. I, p. 24; 1841).
12,009 Erdmann et Marchand (*Journal für prakt. Chem.*, t. XXIII, p. 159; 1841).
12,004 Stas (combustion de CO (*Bulletin Acad. royale de Belgique*, 1849).
12,003 Roscoe (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1180; 1882).
12,011 Friedel (*Bulletin Soc. chim.*, 2e série, t. XLI, p. 100; 1884).
12,001 à 12,005 Van der Plaats (*Comptes rendus*, t. C, p. 53; 1885).

» Le nombre que j'ai calculé d'après les données physiques est 12,007.

» Le poids atomique de l'azote ne pouvant pas se déterminer comme les précédents par la synthèse directe d'un composé oxygéné, on a recours à des procédés détournés et beaucoup moins sûrs. Stas détermine successivement les poids atomiques de l'argent, du chlore et des métaux alcalins, puis se sert de ces poids pour calculer, au moyen d'expériences nouvelles sur le rapport entre les chlorures et les azotates alcalins, le poids atomique de l'azote. On accumule ainsi sur ce dernier les erreurs de plusieurs séries d'expériences indépendantes. De plus, Dumas a reconnu que l'argent fondu, employé par Stas (2), retient de notables quantités d'oxygène ; cette erreur tend, comme l'a montré M. Leduc (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 300; 1897), à faire trouver pour l'azote un poids atomique trop élevé, et de fait, le nombre de Stas, Az = 14,044, est supérieur à celui que donnent d'autres cycles de réactions. Ainsi le rapport

---

(1) Les expériences analogues et fort minutieuses de M. Morley (*loc. cit.*) lui ont donné le rapport peu différent

$$O:H = 15{,}879:1 \quad \text{ou} \quad 16:1{,}0076.$$

(2) *Nouvelles recherches sur les lois des proportions chimiques*, p. 30; 1865.

$\frac{AzH^3}{HCl} = 2,1394$, déterminé par M. Thomsen (1), conduit, si l'on admet H = 1,0074 et Cl = 35,45, à la valeur Az = 14,019. Les rapports $\frac{NaCl}{NaAzO^3} = 1,45407$ et $\frac{KCl}{KAzO^3} = 1,35627$, trouvés par M. Hill (*Amer. chem. Journ.*, t. XVIII, p. 1044; 1896) conduisent l'auteur qui admet Na = 23.05, K = 39,11, Cl = 35,45 [nombres déduits par M. Clarke de l'ensemble des expériences antérieures (2)] au nombre Az = 14,012. qui est fort rapproché du nombre Az = 14,007 auquel j'arrive par une tout autre voie.

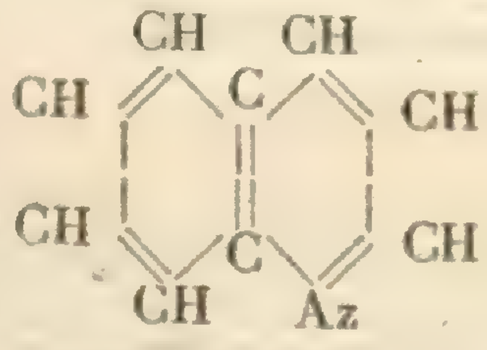
» On voit que, dans le cas de l'azote, les méthodes chimiques sont compliquées et conduisent à des résultats médiocrement concordants. La méthode physique, au contraire, est simple et directe, et ses indications ont d'autant plus de poids que la densité de l'azote, prise par rapport à l'oxygène, paraît connue très exactement. Lord Rayleigh a trouvé 0,87507 et M. Leduc 0,87508 (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 415: 1898) (3).

» Il résulte de cette discussion que le calcul des volumes atomiques et des poids atomiques, uniquement fondé sur les deux déterminations physiques de la densité et de la compressibilité, permet de confirmer et, dans certains cas, de préciser les résultats donnés par l'analyse chimique.

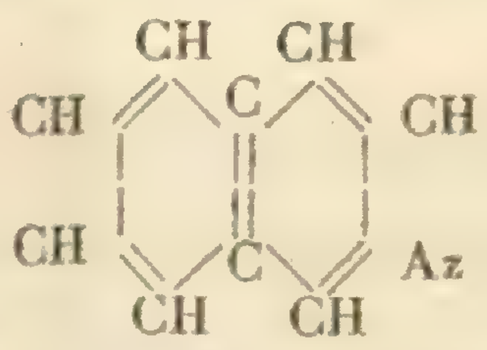
» Dans une prochaine Communication, j'étendrai ces notions au cas des gaz facilement liquéfiables. »

THERMOCHIMIE. — *Isoquinoléine et tétrahydroisoquinoléine.* Note de M. Marcel Delépine.

« L'union du noyau benzénique et du noyau pyridique, pour former la base C^9H^7Az, peut s'effectuer de deux manières et engendrer deux isomères : la quinoléine et l'isoquinoléine.



Quinoléine.



Isoquinoléine.

(1) *Zeitschr. Physik. Chem.*, t. XIII, p. 398; 1894.

(2) *A recalculation of the atomic weights* (*Smithsonian Collections;* 1897).

(3) M. Leduc (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 299; 1897), partant du nombre C=12,004 qui résulte des expériences de M. Van der Plaats, et qui donne CO = 28,004, et calculant ensuite les volumes moléculaires comparés de CO et de Az, d'après le principe des états correspondants, a déduit de la densité de l'azote le poids atomique 14,005, très peu différent de celui que j'obtiens moi-même.

» Dans une Note récente (¹), j'ai étudié la première de ces bases et son hydrure; je me propose aujourd'hui d'étudier la seconde et son hydrure; il était intéressant, en effet, de s'assurer si les analogies ou les différences chimiques constatées dans les deux séries de corps pourraient être perçues par les méthodes calorimétriques.

» Je suis parti d'un échantillon d'isoquinoléine parfaitement pure, magnifiquement cristallisée, fusible à 23°, bouillant à 243° sans variation. Après en avoir prélevé la dose nécessaire à la combustion dans la bombe, j'ai effectué les opérations suivantes : dissolution à 22° dans HCl (1 mol. = 4^{lit}), l'isoquinoléine étant prise sous les formes solide, surfondue et hydratée ($2H^2O$); les diverses solutions évaporées ont fourni le chlorhydrate solide, dont on a pris la chaleur de dissolution, toujours vers 22°; ces solutions ont servi à étudier l'action d'un deuxième HCl et le déplacement de la base par la potasse. L'hydrogénation a été faite par Na et C^2H^6O; l'hydrure a été séparé sous forme de combinaison sulfocarbonique $CS^2(C^9H^{11}Az)^2$, laquelle, décomposée par HCl, a donné du premier jet le chlorhydrate $C^9H^{11}Az$, HCl, fusible à 197°. Il était alors facile d'ordonner méthodiquement l'ordre des réactions nécessaires à l'étude du tétrahydrure.

» Beilstein indique que l'isoquinoléine attire l'acide carbonique de l'air; il est vrai que l'isoquinoléine solide, abandonnée à l'air, se liquéfie bientôt complètement, mais c'est parce qu'elle est hygroscopique (comme la quinoléine); saturée d'eau, elle en prend 2 molécules à 10°, mais la moindre élévation de température trouble cet hydrate liquide, fait en relation immédiate avec sa faible chaleur de formation.

» *Isoquinoléine* C^9H^7Az. — Chaleur de combustion par gramme à l'état solide : $8701^{cal},2$ et $8710^{cal},0$; moyenne, $8705^{cal},6$.

	Cal
Chaleur de combustion moléculaire à volume constant.....	1123
» » à pression constante....	1123,7

d'où, pour la chaleur de formation :

$C^9 + H^7 + Az = C^9H^7Az$ sol..... — 33,5

» *Hydroisoquinoléine* $C^9H^{11}Az$. — Liquide bouillant à 234°; attirant l'acide carbonique de l'air, comme la benzylamine. Sa combustion a dégagé par gramme

$9129^{cal},4$ et $9122^{cal},5$; en moyenne... $9125^{cal},95$,

soit pour $C^9H^{11}Az$ liq. = 133^{gr} :

Chaleur de combustion à volume constant.....	$1213^{Cal},75$
» à pression constante.....	$1215^{Cal},0$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 964.

et, pour chaleur de formation :

$$C^9 + H^{11} + Az = C^9H^{11}Az \text{ liq.} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +13^{Cal},2$$

» *Sels.* — Je n'ai étudié que les chlorhydrates; je joins, à titre de comparaison, les données correspondantes relatives à la benzylamine, à son isomère la méthylaniline et enfin à l'hydroquinoléine :

Chaleurs de formation.

Nom et état de la base.	Bases. H Cl dissous. H Cl = 4^{lit}.	Bases. Sel dissous. 2 H Cl = 6^{lit}.	H Cl gaz. Sel solide.	Tout dissous.	Chaleur de dissolution du chlorhydrate. (1 molécule = 4^{lit})
	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal
Isoquinoléine liquide...	6,35	6,40	27,0	»	— 3,25
Isoquinoléine solide....	5,01	»	25,66	»	»
Isoquinoléine hydratée .	5,41	»	»	»	»
Hydroisoquinoléine liq.	12,93	»	34,29	9,92	— 3,96
Benzylamine liq.....	15,46	»	36,69	12,90	— 3,83
Méthylaniline liq.....	6,9	8,2	24,3 + D	»	— D
Hydroquinoléine liq...	7,15	7,25	28,05	»	— 3,50

» De ces données on tire d'abord, pour chaleur de fusion de l'isoquinoléine, abstraction faite de la différence inconnue des chaleurs spécifiques à l'état liquide et à l'état solide, $-F = 1^{Cal},34$ et pour chaleur d'hydratation $0^{Cal},94$; pour chaleur de dissolution de l'hydroisoquinoléine $+3^{Cal}$, valeur que j'ai retrouvée par une détermination directe.

» Le déplacement de l'isoquinoléine dans son chlorhydrate par la potasse a donné, à 20°, 8^{Cal}; si l'isoquinoléine était déplacée à l'état anhydre on aurait $13,6 - 6,35 = 7^{Cal},25$; cette opération montre que la base est bien déplacée sous forme d'hydrate; la valeur calculée serait

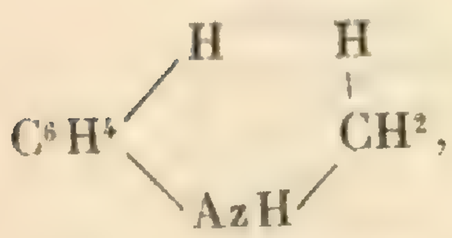
$$13,6 - 5,41 = 8^{Cal},2;$$

le faible écart avec l'expérience vient probablement de ce fait que l'hydrate se dissout partiellement en absorbant de la chaleur (comme pour la quinoléine).

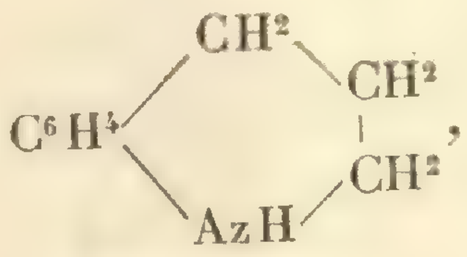
» Nous pouvons encore tirer d'autres conséquences; pour la chaleur de formation de l'isoquinoléine liquide on a $-33,5 - 1,34 = -34^{Cal},84$, nombre fort voisin de celui obtenu pour la quinoléine ($-32^{Cal},8$); le parallélisme existe également dans les sels; par contre, l'hydrogénation dégage sensiblement plus de chaleur :

(iso) $$C^9H^7Az \text{ liq.} + 2H^2 = C^9H^{11}Az \text{ liq.} \ldots\ldots + 2 \times 23^{Cal},5,$$

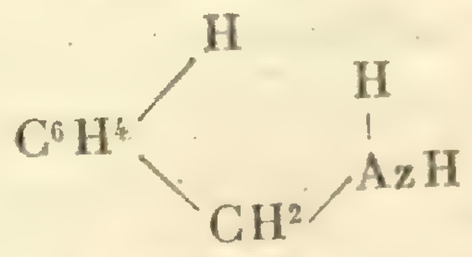
au lieu de $2 \times 16^{Cal},6$; mais c'est surtout dans les sels que se manifeste une profonde divergence entre les hydrures des deux bases. Tandis que l'hydroquinoléine se rapproche tout à fait des anilines, l'hydroisoquinoléine montre d'étroites affinités avec les bases fortes comme la benzylamine. Ce sont là des résultats très importants que l'on peut faire apparaître en comparant les formules de l'hydroquinoléine et de la méthylaniline, d'une part, et celles de l'hydroisoquinoléine et de la benzylamine, d'autre part :



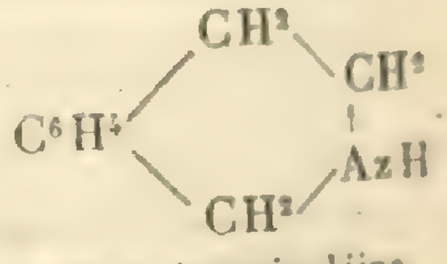
Méthylaniline.



Hydroquinoléine.



Benzylamine.



Hydroisoquinoléine.

» La différence entre les deux termes de chaque groupe réside dans la substitution de $-CH^2-CH^2-$ à $-H,H-$; les premiers sont des anilines substituées et en possèdent la basicité faible, les seconds sont des benzylamines, bases fortes.

» De plus, de même que la chaleur de formation de la benzylamine $(+2,0)$ dépasse celle de la méthylaniline $(-3,4)$, de même celle de l'hydroisoquinoléine $(+13,2)$ surpasse celle de l'hydroquinoléine $(+0,4)$.

» Ces résultats montrent jusqu'à quel point il est possible d'utiliser les données thermochimiques pour l'étude des fonctions des corps. »

CHIMIE. — *Sur le dosage de petites quantités d'oxyde de carbone dans l'air et dans le sang normal.* Note de M. **L. de Saint-Martin.**

« A. *Dosage dans l'air.* — La très intéressante Note de M. A. Gautier (1) renferme le passage suivant : « Quand l'oxyde de carbone ne représente » que quelques millièmes ou dix-millièmes du volume gazeux à analyser, » son dosage par le chlorure cuivreux, même avec l'excellente modification » de M. de Saint-Martin (2), devient tout à fait insuffisant; l'acétylène en » particulier s'y dissout et avec lui d'autres hydrocarbures qui, lorsqu'on » soumet à l'analyse eudiométrique les gaz qu'on extrait du réactif par le » vide, sont comptés comme oxyde de carbone. »

(1) *Comptes rendus*, 21 mars 1898.

(2) *Ibid.*, t. CXIV, p. 1006.

» Ce reproche à la méthode que j'ai décrite ne me paraît pas justifié. L'analyse eudiométrique des gaz extraits par le vide du protochlorure de cuivre comprend en effet le mesurage du mélange explosif avant l'explosion, après l'explosion et après l'absorption de l'acide carbonique. La différence des deux premières lectures correspond à la contraction, laquelle doit être juste la moitié du volume de l'acide carbonique produit, déterminé par la troisième lecture.

» J'ai précisément insisté sur la nécessité de ce contrôle. Une augmentation de la valeur de ce rapport indiquerait en effet la présence d'un carbure d'hydrogène, la contraction étant égale au volume de l'acide carbonique produit pour l'éthylène, au double de ce volume pour le formène, et aux trois quarts pour l'acétylène.

» En employant les formules eudiométriques données par M. Berthelot (1), et en recourant, dans le cas de plus de deux gaz combustibles, à l'emploi des réactifs absorbants il est même possible d'établir la composition du mélange. On voit, dans tous les cas, qu'il est impossible de compter des carbures d'hydrogène comme oxyde de carbone.

» Je m'empresse d'ajouter qu'au-dessous de quelques millièmes, l'élégant procédé par l'acide iodique de M. A. Gautier sera tout indiqué.

» B. *Dosage dans le sang.* — En répétant les expériences de MM. Degrez et Nicloux sur la présence de l'oxyde de carbone dans le sang des animaux soumis aux inhalations prolongées de chloroforme, je suis arrivé à cette constatation imprévue (2) et reconnue depuis lors exacte par les mêmes expérimentateurs (3), que le sang normal des animaux vivant à Paris, traité par les acides organiques, dégage une petite quantité d'oxyde de carbone.

» Surpris d'obtenir de la sorte des traces de ce gaz avec du sang de bœuf recueilli à l'abattoir de Grenelle, loin de tout foyer et en l'absence de fumée de tabac, je posais la question déjà soulevée par Cl. Bernard (4), de savoir si l'oxyde de carbone préexiste dans le sang, ou s'il ne se produit pas, lors du mélange du sang avec les acides. L'expérimentation, seule capable d'élucider ce point essentiel, m'a démontré, depuis lors, que la seconde hypothèse, qui me paraissait plus vraisemblable, n'est point

(1) Berthelot, *Grande Encyclopédie*, t. XVIII, p. 656.
(2) *Comptes rendus*, 14 février 1898.
(3) *Ibid.*, 28 février 1898.
(4) Cl. Bernard, *Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphyxie*, p. 432.

exacte, et que l'oxyde de carbone existe bien en nature dans le sang des animaux séjournant dans les grandes agglomérations urbaines. Voici un résumé de mes essais à cet égard.

» 1. 500cc de sang de bœuf défibriné, traités comme il est dit dans ma Note précédente, ont fourni 0cc,45 de CO, soit 0cc,90 par litre.

» 2. 500cc du même sang ont été rapidement épuisés à la température de 40°, au moyen de la trompe à eau, de tous les gaz susceptibles d'être éliminés par le vide employé seul. On les a ensuite transvasés, à l'abri du contact de l'air, dans une grande éprouvette, sur le mercure, avec 125cc de bioxyde d'azote très pur (1). Après agitation prolongée et absorption par le sang de la majeure partie du bioxyde d'azote, on a fait passer le tout, sang et gaz surnageant, dans le ballon récipient préalablement vidé de la machine à mercure, et les gaz ont été extraits, comme d'habitude, par la manœuvre de la pompe. On en a ainsi recueilli 33cc,5, dans lesquels dominait évidemment l'excès de bioxyde d'azote qu'il fallait tout d'abord éliminer.

» Dans ce but, on a introduit dans l'éprouvette 2cc de potasse concentrée, puis, bulle à bulle, de l'oxygène pur, en agitant sans cesse. Lorsque les bulles d'oxygène ont cessé de produire une rutilance, au sein de la masse gazeuse, et que cette dernière, après une très forte réduction de volume, a au contraire commencé à augmenter, on a cessé l'addition d'oxygène, dont l'excès a été absorbé par l'hydrosulfite de soude.

» Le gaz restant, réduit à 3cc, 15, a été soumis aux mêmes essais.

» Réaction spectroscopique très nette de l'oxyde de carbone, vérifiée non seulement par la persistance des deux raies après l'addition d'un agent réducteur, mais aussi par leur repérage exact sur l'échelle spectrométrique.

» Volume du gaz absorbable par le protochlorure de cuivre : 0cc,35, soit 0cc,7 par litre de sang.

» 3. 500cc du même sang, abandonnés en vase clos pendant vingt-quatre heures, dans une étuve à 38°, ont été soumis à un premier épuisement par le vide, puis à un second en présence de l'acide tartrique, comme dans l'essai n° 1. On n'a pas obtenu trace d'oxyde de carbone, la petite quantité de gaz toxique renfermée dans le sang ayant disparu par oxydation (2).

» 4. Un de mes malades, boucher en Seine-et-Oise, dans la banlieue, m'a apporté 1lit de sang de bœuf défibriné, recueilli, d'après mes indications, sur un bœuf abattu chez lui, amené directement à son abattoir particulier d'une ferme sise en pleine campagne. Je n'ai pas obtenu trace d'oxyde de carbone. Mais il s'était écoulé trois heures et quart entre l'abatage de l'animal et le passage du sang à la pompe.

» Il ressort nettement des expériences 3 et 4 que l'oxyde de carbone extrait du sang par l'action du vide et d'un acide organique préexiste bien dans ce liquide et ne provient pas de l'action de l'acide sur l'une des

(1) Obtenu par l'action d'une solution d'azotate de potasse pur sur le protochlorure de fer en solution chlorhydrique.

(2) L. de Saint-Martin, *Comptes rendus*, 25 mai 1891.

substances hématiques. Du reste, le bioxyde d'azote, qui ne détruit pas l'hémoglobine, permet également, quoique bien plus difficilement, d'isoler du sang le gaz toxique qu'il renferme. (Exp. 2.)

» La présence de l'oxyde de carbone dans le sang des animaux vivant dans les grandes villes se trouve donc définitivement démontrée, et je me propose de la rechercher également dans le sang humain provenant de saignées pratiquées dans un but thérapeutique.

» En terminant, je crois devoir insister sur la nécessité absolue, pour le dosage de petites quantités d'oxyde de carbone dans le sang normal, d'épuiser le liquide, *à deux reprises*, par le vide : une première fois, pour éliminer tous les gaz autres que l'oxyde de carbone [majeure partie de l'acide carbonique, oxygène, azote; traces d'hydrogène (1), de formène (2) ou autres carbures accidentels]; une seconde fois, en présence de l'acide tartrique, pour extraire l'oxyde de carbone seul, mêlé seulement d'acide carbonique et de traces presque inévitables d'azote.

» En pratiquant l'épuisement en une seule fois, comme le font MM. Degrez et Nicloux, et en faisant directement passer la totalité du gaz dans le grisoumètre, qui donne seulement la mesure de la réduction, mais non celle de l'acide carbonique produit, on tombe, justement cette fois, sous le reproche de M. A. Gautier, et l'on s'expose à compter comme oxyde de carbone des carbures d'hydrogène.

» C'est à cette cause d'erreur que j'attribue les chiffres beaucoup trop élevés obtenus par MM. Degrez et Nicloux, et c'est pour cette raison que je persiste à considérer comme contestable la conclusion, désormais modifiée, qu'ils en tirent et d'après laquelle l'oxyde de carbone augmenterait dans le sang sous l'influence des inhalations de chloroforme. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le spectre et la nature du néodyme*. Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Henri Moissan.

« Depuis l'important Travail de M. Auer von Welsbach (*Monatshefte für Chemie*, p. 477; 1885), on a annoncé que nombre de raies du néodyme et du praséodyme variaient, que ces variations démontraient l'existence de corps simples distincts (pour quelques savants, autant de corps que de

(1) N. Gréhant, *Société de Biologie* et *Arch. de Physiologie*, 1895.
(2) L. de Saint-Martin, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 83.

bandes d'absorption). Mais la preuve de ces variations n'a jamais été faite et il n'a été publié aucun Travail qui ait eu pour but d'en établir la réalité ou la fausseté. J'ai été conduit à soumettre une importante quantité d'oxyde de didyme purifié de lanthane et de cérium à des séries de fractionnements par la méthode (Auer) des azotates ammoniacaux. Ils m'ont fourni un azotate double qui, fondu dans son eau de cristallisation et sous une épaisseur de plus de $0^m,10$, ne montrait plus trace de la principale bande du praséodyme. Cet azotate a été le point de départ de nouveaux fractionnements qui ont permis d'éliminer, d'une part, du samarium et des terres avoisinantes en notables proportions; d'autre part, une faible trace de praséodyme. J'ai obtenu ainsi plus de vingt numéros successifs qui présentaient l'identité la plus parfaite à tous les points de vue. Le praséodyme y était invisible sous des épaisseurs de plus de $0^m,10$ d'azotate fondu; le samarium invisible, tant par ses bandes d'absorption si intenses, voisines de H, que par ses fortes raies ultra-violettes de l'étincelle et son spectre de fluorescence dans le sulfate de calcium. Pour m'assurer que, malgré l'identité des spectres d'étincelle des premières et dernières portions, il ne s'y trouvait pas quelque terre étrangère sans spectre d'absorption, ni spectre sensible d'étincelle, j'ai eu recours au spectrocolorimètre. Le résultat a été négatif; ces portions présentent le même spectre d'absorption avec la même intensité. On ne peut saisir la plus légère différence dans aucune des bandes.

» On doit, à mon avis, en conclure que, contrairement à l'opinion de plusieurs savants, le néodyme est un corps simple et non un mélange d'éléments. Des fractionnements incomparablement plus courts permettent, en effet, de voir rapidement croître ou décroître les spectres du samarium et du praséodyme; j'ajouterai que le néodyme de diverses provenances (cérite, samarskite, mosandrite) m'a toujours présenté, une fois purifié, identiquement le même spectre. L'opinion que le néodyme serait formé de terres incomparablement plus difficiles à séparer que n'importe quels autres éléments du groupe des terres rares est donc sans fondement expérimental. D'autres modes de fractionnements m'ont conduit au même résultat par une marche plus lente.

» L'oxyde de néodyme, tiré de l'oxalate par calcination prolongée à l'air libre, est non gris, verdâtre ou rosé, comme l'ont écrit divers auteurs, mais d'un bleu clair franc avec des reflets lilas dans la masse. De très faibles traces de praséodyme, de samarium ou de terbium altèrent notablement sa couleur, qui est ainsi un assez bon indice de sa pureté. La couleur des sels de néodyme est, sous faible épaisseur, d'un bleu lilacé; sous épais-

seur moyenne, d'un rose violacé et, en solution concentrée, sous forte épaisseur, d'un violet rougeâtre très riche. Des proportions assez faibles de samarium ou de praséodyme suffisent à en faire passer la couleur à un rouge plus ou moins jaune ou brun, comme a été décrit le néodyme jusqu'à ce jour.

» A l'état de chlorure (solution à 10 pour 100 de l'oxyde dans HCl concentré sous une épaisseur de $0^m,036$) le néodyme m'a présenté les bandes suivantes :

732,4	
691,0	
680,4	forte.
673,1	faible.
637,3	
629,2	très faible double.
623,4	
578,3	environ au milieu de la très forte bande.
522	environ au milieu de la forte bande.
532	assez forte.
510,9	très forte au milieu.
476,8	forte.
469,1	forte.
462,4	nébuleuse, diffuse, assez forte.
435,1	faible.
429,4	très faible.
428,1	forte.
420	environ très faible.

» Pour toute la première portion du spectre jusqu'à 510,9 inclusivement ce spectre est identique à celui qu'a donné M. Auer von Welsbach (*loc. cit.*). Mais ce savant, de toutes les raies suivantes, ne mentionne que 428,1. Je ne puis m'expliquer l'omission des raies 476,8, 469,1 (très voisine d'une bande du praséodyme, mais qui ne lui est sûrement pas due ici) et 462,4 qui sont fortes et se voient même en solution assez étendue. La présence du samarium à certaine dose fait, comme l'a fait observer M. Lecoq de Boisbaudran, disparaître dans une nébulosité vague et peu visible les bandes du bleu que je viens de citer. Est-ce là le motif de leur omission par M. Auer et plus récemment par M. Brauner (*Chemical Society. Transactions*, 1898)?

» Ce spectre varie énormément dans certaines bandes avec la nature de l'acide : par exemple, le petit groupe vers 630 est méconnaissable en solution azotique. M. de Boisbaudran a signalé déjà des faits analogues. Je terminerai donc en exprimant le vœu que les observateurs de spectres d'absorption veuillent bien indiquer avec précision la composition exacte de la solution et l'épaisseur sous laquelle elle a été examinée. Faute de cette indication on ne sait que penser des affirmations énoncées dans de nombreux Mémoires. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des oxydants sur quelques corps azotés* (¹). Note de M. **OEchsner de Coninck.**

« Après avoir étudié l'oxydation des amides, j'ai étudié celle de quelques fonctions azotées.

» I. *Amines.* — L'hydroxylamine, employée à l'état de chlorhydrate, est instantanément décomposée, avec dégagement d'azote, par des solutions d'hypochlorites de Ca, Na, K, à excès d'alcali.

» Le chlorhydrate de méthylamine commence à fournir de l'azote à froid, et il est décomposé à une température peu élevée par les solutions d'hypochlorites (²).

» Le chlorhydrate d'éthylamine n'est pas décomposé à froid, dans les mêmes conditions; il faut une assez forte chaleur pour mettre en liberté de l'azote. Le chlorhydrate de diéthylamine n'est décomposé qu'à une température élevée par ClONa. Il faut une chaleur moins forte pour décomposer le chlorhydrate de triéthylamine.

» *Aldéhyde-ammoniaque.* — La réaction se passe en trois phases; d'abord il se sépare un peu d'azote; à une température élevée, il se dégage un gaz très peu soluble dans l'eau, brûlant avec une flamme peu éclairante quand il est débarrassé de la petite quantité d'aldéhyde entraînée; c'est du formène. En dernier lieu, il se forme une colli-dine; c'est *l'aldéhydine*, dont la genèse explique la très faible quantité d'azote dégagée.

» *Acétaldoxime.* — Cette oxime est facilement décomposée, à froid et à chaud, par les hypochlorites à excès de base.

» II. *Diamines.* — L'éthylène-diamine, la diéthylène-diamine (*pipérazine*), la propylène-diamine ont été employées à l'état libre; elles fournissent d'assez faibles quantités d'azote, ce qui paraît tenir à ce que le réactif en sépare du gaz ammoniac, et à ce que les restes se polymérisent.

» J'ai ensuite étudié les chlorhydrates des trois phénylène-diamines; tous trois laissent dégager de l'azote; la décomposition, là aussi, n'est que partielle. Mais les températures et les vitesses de décomposition ne sont pas les mêmes. Le dérivé *para* est très stable, les dérivés *ortho* et *méta* l'étant sensiblement moins.

» Le carbonate de *guanidine* est immédiatement décomposé par les hypochlorites; c'est une expérience de cours; la liqueur se colore en jaune foncé, puis en rouge orangé.

» III. *Hydrazines.*—J'ai expérimenté avec le chlorhydrate d'hydrazine, la phénylhydrazine et la méthylphénylhydrazine libres. Avec ces dérivés, la réaction est très nette; le dégagement d'azote s'établit et continue presque toujours à froid.

(¹) Institut de Chimie, Faculté des Sciences de Montpellier.

(²) Le même sel est décomposé partiellement, à chaud, par une solution concentrée de permanganate de K. Même réaction obtenue avec l'acide arsénique. L'acide arsénieux n'agit pas. Le chlorhydrate d'éthylamine est aussi décomposé par AsO^3H^3 et $Mn^2O^8K^2$.

» Les résultats sont très sensiblement les mêmes avec l'acide arsénique (1).

» IV. *Acides cyanique et cyanurique*.—Ils sont immédiatement ou presque immédiatement détruits par les hypochlorites.

» V. *Alcaloïdes*. — J'ai fait agir les hypochlorites sur la pipéridine, la nicotine, la spartéine, la cocaïne, l'ecgonine, la benzoylecgonine : les résultats ont été négatifs. Avec l'antipyrine, au contraire, j'ai obtenu une certaine quantité d'azote, ce qui tient vraisemblablement à ce que le groupe ($CH^3 — Az$) est seul oxydé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaison obtenue avec l'azotate de mercure et le triméthylcarbinol*. Note de M. **G. Denigès.**

« L'étude d'une réaction des azotites (2), fondée sur la coloration que donne le réactif de Millon avec les phénols, ayant appelé mon attention sur les combinaisons mercuro-phénoliques, je me suis demandé si les alcools tertiaires, qui par tant de points se rattachent aux phénols, ne fourniraient pas des composés du même ordre permettant, peut-être, la diagnose facile de ces alcools, problème encore incomplètement résolu.

» A la suite d'expériences variées, j'ai pu isoler une combinaison obtenue avec l'azotate mercurique et le triméthylcarbinol, mais je n'ai pu préparer de composés correspondants avec les autres alcools tertiaires que j'ai étudiés.

» J'ai été plus heureux avec le sulfate mercurique qui, en solution fortement acide, s'est montré un réactif beaucoup plus général et est entré en combinaison avec ces divers alcools ou plutôt avec les carbures éthyléniques qui en dérivent par déshydratation.

» J'étudierai ultérieurement ces derniers dérivés, ne m'occupant, dans cette Note, que de la combinaison fournie par l'azotate de mercure.

» *Azotate mercuroso-mercurique diméthyléthylénique*. — Ce corps se prépare de la façon suivante : on met dans un matras 20^{gr} d'oxyde mercurique, 100^{cc} d'eau et, en agitant constamment, on ajoute peu à peu 40^{cc} d'acide azotique pur; puis, après dissolution, on verse dans le matras 400^{cc} d'eau; on filtre, s'il y a lieu, on ajoute au liquide clair 2^{cc} de triméthylcarbinol et l'on porte à l'ébullition, qu'on maintient quelques minutes. Déjà, vers 60°, il commence à se faire dans la masse un trouble jaunâtre qui fait

(1) Dans l'action de AsO^4H^3 sur la phénylhydrazine et la méthylphénylhydrazine il se forme du phénol.

(2) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1er octobre 1895.

place, à l'ébullition, à un précipité très abondant, cohérent et de couleur orangée. On projette le mélange dans 2^{lit} à 3^{lit} d'eau chaude, on laisse déposer, on décante, on lave par décantation, on recueille sur un filtre, on lave encore et, après égouttage, on étale la substance sur des plaques poreuses.

» On achève la dessiccation sur l'acide sulfurique à l'abri de la lumière, et l'on conserve, dans un flacon placé dans un étui métallique, le produit obtenu qui, sans cette précaution, noircirait sous l'action solaire, même dans des flacons en verre jaune.

» Cette substance a fourni à l'analyse :

Volume de AzO recueilli, à 22° et à la pression de 768^{mm}, avec $0^{gr},600$ de matière.....	$34^{cc},20$
Volume du même gaz recueilli, dans les mêmes conditions de température et de pression, avec 5^{cc} d'une solution d'azotate de potassium correspondant pour 5^{cc} à $0^{gr},10$ de AzO^3H.....	35,20

d'où

	Trouvé.	Calculé pour $(AzO^3)^2Hg^3, C^4H^8$.
Azote nitrique en AzO^3H pour 100....	16,17	16,15

d'autre part, il a été trouvé :

Mercure pour 100.....	77,38	76,92

» La combustion de ce corps, facilement explosif, doit être pratiquée avec beaucoup de précaution. Elle a donné :

	Trouvé.	Calculé.
C pour 100.....	5,87	6,15
H »	1,11	1,03

» On peut réaliser aisément le dosage de la matière organique qu'il renferme en utilisant la propriété qu'il possède de donner un dégagement de butylène par ClH et en se servant, pour mesurer le gaz, d'un appareil à déplacement d'air, tel qu'un appareil à urée à récepteur et générateur distincts, ce dernier étant plongé dans un bain d'eau à 70°.

» On a ainsi obtenu, corrections faites, 6,73 pour 100 de butylène : la formule $(AzO^3)^2Hg^3, C^4H^8$ exigeant 7,18 pour 100 de ce corps répond bien aux résultats fournis par l'analyse.

» *Propriétés*. — Le corps obtenu détone par le choc et par élévation de température (vers 80°). Traité par ClH, il fait effervescence comme un carbonate en dégageant du diméthyléthylène dissymétrique et en donnant

un résidu formé de chlorures mercureux et mercurique; le premier de ces corps disparaît à chaud, par suite de la présence d'acide azotique.

» Le composé décrit n'est pas attaqué à froid par les alcalis caustiques; après quelques instants d'ébullition, il donne, avec ces réactifs, un précipité brun, mélange d'oxydes mercureux et mercurique.

» Ces diverses réactions indiquent : d'une part, qu'il renferme le mercure sous deux états (au maximum et au minimum), d'autre part, qu'il contient les éléments, non du triméthylcarbinol, mais du carbure éthylénique qui en dérive par déshydratation, fait confirmé par la possibilité d'obtenir la même combinaison mercurique en faisant passer du diméthyléthylène dissymétrique dans la solution chaude d'azotate mercurique précédemment indiquée.

» La formule

$$\left.\begin{matrix} AzO^3Hg \\ AzO^3Hg^2 \end{matrix}\right\rangle C^4H^8$$

rend compte de ces résultats expérimentaux et fait, de ce corps, un azotate mercuroso-mercurique diméthyléthylénique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la physiologie du gentianose; son dédoublement par les ferments solubles*. Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. L. Guignard.

« Les faits que nous avons exposés précédemment, M. Nardin et moi, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (1), montrent déjà qu'il y a beaucoup d'analogie, au point de vue chimique, entre le gentianose et le sucre de canne. Cette analogie se retrouve encore au point de vue physiologique.

» Le sucre de canne forme, comme l'on sait, un élément de réserve dans la racine de betterave. Durant la deuxième période végétative, période correspondant à la formation des graines, il est dédoublé en sucres assimilables (dextrose et lévulose) par un ferment soluble, l'invertine, et peut alors être utilisé par la plante. Un dédoublement semblable du gentianose doit se produire dans la gentiane, comme l'établissent les deux expériences suivantes :

» I. De la racine fraîche de *Gentiana lutea* est triturée avec du sable dans un mor-

(1) *Sur la préparation du gentianose* (*Comptes rendus*, p. 280; 1898).

tier de porcelaine, le produit est lavé avec de l'alcool à 90°, de façon à enlever toutes les substances solubles dans ce véhicule, et, par conséquent, tout sucre réducteur. Après dessiccation, on en met une petite quantité dans une solution aqueuse de gentianose, additionnée de thymol, et l'on porte à l'étuve à 30°-35°.

» Au bout de vingt-quatre heures, le liquide est essayé à la liqueur de Fehling; il ne réduit pas, donc il n'y a pas eu dédoublement de gentianose.

» La seconde expérience aurait dû être faite avec la partie aérienne du *Gentiana lutea*. Mais cette partie aérienne n'existant pas à l'époque de ces essais (6 février), j'ai eu recours à une autre espèce de gentiane, le *Gentiana acaulis*, déjà en pleine végétation.

» II. La plante entière est traitée comme ci-dessus, puis mise en contact avec du gentianose en solution aqueuse, en continuant à opérer comme il a été dit pour la racine de gentiane jaune. Cette fois on constate une réduction très nette de la liqueur de Fehling, d'où il résulte qu'il y a eu dédoublement du gentianose.

» Ce dédoublement est d'ailleurs bien le fait d'un ferment soluble, car, si l'on soumet la plante à l'action de l'eau bouillante avant de l'employer, on n'observe plus d'action sur le gentianose.

» Ce premier fait établi, il s'agissait de savoir si le ferment était un ferment spécifique, nouveau par conséquent, ou s'il était un de ceux que nous connaissons. Pour étudier la question, il n'y avait qu'à examiner successivement l'action des ferments solubles hydrolysants des hydrates de carbone et des glucosides sur le gentianose. C'est ce qui a été fait pour l'invertine de la levure, la diastase de l'orge, la diastase de la salive, l'émulsine et l'ensemble des ferments qui se trouvent en solution dans l'eau qui a séjourné pendant trois jours sous une culture mûre d'*Aspergillus niger*.

» La diastase et l'émulsine n'agissent pas sur le gentianose, mais le liquide d'*Aspergillus* et l'invertine en déterminent le dédoublement.

» Le liquide d'*Aspergillus* l'hydrolyse complètement.

» L'action de l'invertine a été étudiée en même temps et dans les mêmes conditions sur le saccharose. Pour cela, on a préparé les deux mélanges suivants :

1.	Gentianose	$0^{gr},60$
	Macération de levure	5^{cc}
	Eau thymolée	q. s. pour 30^{cc}
2.	Saccharose	$0^{gr},60$
	Macération de levure	5^{cc}
	Eau thymolée	q. s. pour 30^{cc}

» Au bout de vingt-quatre heures à 15°, les deux liquides ont été examinés au pola-

rimètre et ont donné (tube de $0^m,20$) : pour le gentianose, $\alpha = -26'$. et pour le saccharose, $\alpha = -52'$. Au bout de trois jours, on a trouvé pour le premier sucre $\alpha = -1°$, et pour le second $\alpha = -52'$. La rotation ne s'est pas modifiée ultérieurement.

» Il ressort de là que l'invertine agit plus lentement sur le gentianose que sur le saccharose.

» L'examen à la liqueur cupro-potassique a révélé d'ailleurs une autre différence; il a montré, en effet, que, tandis que l'hydrolyse du saccharose était complète, celle du gentianose n'avait atteint qu'une partie du produit.

» Pour interpréter ces résultats, il faut se rappeler que le liquide d'*Aspergillus*, outre de l'invertine, tient encore en dissolution d'autres ferments hydrolysants des polyglucoses. On peut en déduire que, selon toute vraisemblance, les glucoses se trouvent dans la molécule du gentianose en partie sous forme de saccharose que dédouble l'invertine, alors qu'il reste un polyglucose que, seul, peut hydrolyser l'un des ferments solubles de l'*Aspergillus*. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Recherche de la sciure de bois dans les farines.* Note de M. **G.-A. Le Roy**, présentée par M. Troost.

« La recherche de l'adultération, par la sciure de bois, des farines de froment de qualité inférieure, connues industriellement sous le nom de *recoupes*, etc., et celle des farines d'orge, d'avoine, etc., qui contiennent normalement des débris cellulosiques provenant du grain lui-même, est assez difficile à caractériser. J'ai tenté d'appliquer à la divulgation de cette falsification les réactions colorées produites sur la cellulose par différentes substances telles que l'orcine, l'amidol, la diméthylparaphénylènediamine, la phloroglucine, réactions connues mais non appliquées jusqu'alors dans ce but spécial. La phloroglucine employée en solutions alcooliques, fortement acidifiée par l'*acide phosphorique*, m'a donné d'excellents résultats. Une telle solution, dont on imbibe la farine suspecte, donne, après un chauffage très léger, une coloration intense rouge carminé aux particules de sciure de bois; la coloration qu'elle produit sur les matières cellulosiques provenant du grain lui-même est nulle ou à peine marquée, du moins dans les premiers temps; les particules d'amidon restent incolores. L'observation peut se faire à l'œil nu, ou mieux avec une forte loupe. La solution chlorhydrique de phloroglucine agit dans les mêmes conditions

trop énergiquement; la différence de coloration entre les particules de cellulose bois et de cellulose grains est moins tranchée. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les formes cristallines de l'oligiste du puy de la Tache (mont Dore)*. Note de M. **F. Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« L'oligiste du puy de la Tache, très remarquable par l'abondance et la beauté de ses cristaux, n'a cependant été l'objet d'aucune monographie. A peu près seul parmi les auteurs français, Dufrénoy, dans son *Traité de Minéralogie* (2e édition, 1856), consacre quelques lignes au fer spéculaire du mont Dore (sans autre indication plus précise de gisement) et donne deux figures de cristaux dans son Atlas (*fig.* 96 et *fig.* 101).

» Ce savant se borne à indiquer les formes p, a^1, d^1, $e^{\frac{1}{2}}$ et e_3. Il ajoute la remarque suivante : « Au mont Dore, dit-il, on trouve des cristaux qui pré-
» sentent sur la face a^1 des stries qui paraissent sous l'angle de 60°. Elles
» correspondent à autant de petites plaques triangulaires, qui, par leur
» ensemble, offrent un exemple intéressant de décroissement. »

» Dufrénoy ne fait pas connaître la loi de ce décroissement.

» Ayant recueilli, il y a quelques années, bon nombre de cristaux d'oligiste au puy de la Tache, j'ai pu me convaincre que cette belle espèce minérale présente, outre d'assez nombreuses formes cristallines, parmi lesquelles plusieurs nouvelles, des macles et des groupements nombreux. Je viens donner ici un résumé succinct de cette étude.

» Parmi les diverses zones qu'on peut considérer dans ces fers spéculaires (lames minces ou cristaux épais), deux surtout méritent l'attention : ce sont la zone $a^1 b^1$ et le zone pe_3.

» Dans la première, j'ai déterminé la face $a^{\frac{1}{2}}$, assez constante dans les cristaux minces, mais plus ou moins développée; elle résulte de la superposition des plaquettes triangulaires signalées par Dufrénoy, qui constituent des pyramides tronquées à faces ternes; j'ai obtenu de bonnes mesures en employant une lame de mica mince. J'ai également déterminé la face b^1.

» La seconde zone, pe_3, est beaucoup plus riche que la précédente. Strüver (1) y avait déjà signalé les formes suivantes :

$$e_2,\ e_{\frac{7}{3}},\ e_{\frac{5}{2}},\ e_3,\ e_5,\ e_8 \text{ et } e_{\frac{31}{2}}.$$

(1) *Studi cristallografici intorno alla Ematite di Traversella*, 1872.

» J'ai retrouvé sur les cristaux du puy de la Tache e_3 et e_5 ; e_3 bien développée et très constante, e_5 au contraire fort petite et assez rare. J'ai, en outre, constaté l'existence des sept formes nouvelles ci-après : les scalénoèdres inverses $e_{\frac{8}{5}}$ et $e_{\frac{59}{24}}$ et les scalénoèdres directs $e_{\frac{37}{12}}$, $e_{\frac{19}{6}}$, $e_{\frac{39}{12}}$, $e_{\frac{22}{5}}$ et $e_{\frac{19}{4}}$.

» Parmi ces sept formes, trois d'entre elles $e_{\frac{59}{24}}$, $e_{\frac{37}{12}}$ et $e_{\frac{39}{12}}$ ont des symboles compliqués et voisins de $e_{\frac{5}{2}}$, e_3 et $e_{\frac{10}{3}}$; mais, les pointés étant excellents et donnant des mesures qui ne varient que de quelques minutes, j'ai dû les conserver.

» En résumé, j'ai déterminé, sur l'oligiste du puy de la Tache, seize formes, savoir : $a^1(1\,1\,1)$, qui est la dominante; $p(1\,0\,0)$, $e^2(1\,1\,\bar{2})$, $d^1(1\,0\,\bar{1})$, $b^1(1\,1\,0)$, $a^{\frac{4}{3}}(2\,2\,1)$, $e^1(1\,1\,\bar{1})$, $e_3(3\,1\,\bar{1})$, $e_5(5\,1\,\bar{1})$; les nouveaux scalénoèdres directs $e_{\frac{37}{12}}(37.12.\bar{12})$, $e_{\frac{19}{6}}(19.6.\bar{6})$, $e_{\frac{39}{12}}(39.12.\bar{12})$, $e_{\frac{22}{5}}(22.5.\bar{5})$, $e_{\frac{19}{4}}(19.4.\bar{4})$ et les nouveaux scalénoèdres inverses $e_{\frac{8}{5}}(85\bar{5})$, $e_{\frac{59}{24}}(59.24.\bar{24})$.

» Les cristaux d'oligiste sont souvent allongés suivant une arête $a^1 a^{\frac{1}{2}}$ et figurent parfois, par arrondissement des bords, un couteau à lame usée.

» Les macles sont communes; j'ai observé les trois suivantes : 1° suivant la base a^1 ; 2° suivant la face p; 3° suivant la face e^2. Dans cette dernière, deux faces p se trouvent aux extrémités d'une même ligne, également inclinées vers le même sommet trièdre sur la face a^1. Cette loi est d'ailleurs rendue visible par la position de ces plaques que Dufrénoy signale; elles prennent soit la forme de rhombes par suite de leur accolement base à base, soit celle de trapèzes réunis par leurs petites bases. Ce sont là des macles simples; mais ces cristaux offrent souvent des groupements compliqués figurant assez bien les redans d'un fortin. Ces complications intérieures des lames ne se manifestent pas toujours sur les bords, où d'ordinaire on observe les faces p alternativement tournées vers le tièdre supérieur du sommet et vers l'inférieur, et ordinairement accompagnées des faces e_3 et parfois aussi des faces d^1. Enfin, ces plaques empilées suivant a^1 n'ont parfois aucune forme précise, sont irrégulièrement arrondies comme les courbes de niveau d'une carte géographique.

» Le Tableau ci-après donne les incidences observées et calculées des formes nouvelles du fer spéculaire du puy de la Tache (angles des normales) :

	Calculées.	Observées.	Remarques.
$pe_{\frac{8}{5}}$ Nouvelle.....	42°.23′	42°.39′	»
$pe_{\frac{59}{24}}$ N.....	30.43	30.42	$pe_{\frac{5}{2}} = 30°18'$
pe_3.....	25.58	25.59 moy.	»
$pe_{\frac{37}{12}}$ N.....	25.21	25.30	»
$pe_{\frac{19}{6}}$ N.....	24.46	24.57	»
$pe_{\frac{39}{12}}$ N.....	24.12	24.19	$pe_{\frac{10}{3}} = 23°40'$
$pe_{\frac{22}{6}}$ N.....	18.22	18.30 moy.	»
$pe_{\frac{19}{4}}$ N.....	17. 6	17. 3	»
pe_5.....	16.17	16.25 moy.	»
$a' a^{\frac{1}{2}}$.....	17.26	18 environ	$a^{\frac{1}{2}}$ est terne et strié
$a' b'$.....	38. 7	38.14 moy.	»

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les microrganismes des vins dits* tournés. Note de MM. **F. Bordas, Joulin** et **de Raczkowski**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous avons isolé plusieurs microrganismes d'un grand nombre de vins originaires de l'Algérie et du Midi de la France. Ces vins présentaient tous, soit à l'examen microscopique, soit à l'analyse chimique ou enfin aux deux à la fois, les caractères des vins dits *tournés*.

» Parmi ces bacilles, deux sont filiformes mais agissent différemment lorsqu'on les cultive dans des conditions identiques de milieu et de température; nous leur donnerons momentanément les désignations respectives de *bacilles* A *et* B.

» Le bacille A ne s'est jamais rencontré isolément dans ces vins, mais le plus souvent associé à d'autres microrganismes et plus particulièrement au bacille B.

» Cette Communication a pour objet l'étude du bacille A qui présente la particularité de posséder des propriétés différentes de celles que l'on attribue ordinairement au filament dit *de la tourne*, quoiqu'en présentant les caractères macroscopiques lorsqu'il se développe dans le vin.

» Nous l'avons isolé en suivant la technique habituelle, c'est-à-dire par des passages successifs dans de l'eau de levure glucosée, puis enfin sur plaque dont le milieu nutritif était constitué par de l'eau de levure glucosée additionnée de 10 pour 100 de gélatine.

» *Sur plaque* le bacille A se présente sous la forme de colonies larges, épaisses, blanchâtres, non liquéfiantes.

» *Dans l'eau de levure glucosée* à 10 pour 100, il produit un voile épais, plissé, devenant rosé quelques jours après l'ensemencement, tandis que le liquide prend une teinte brune et devient ammoniacal. En examinant ce voile au microscope, on constate qu'il est formé par des filaments de longueur variable dont le diamètre a de $0^{\mu},6$ à $0^{\mu},8$. Ces filaments sont mobiles et composés d'articles peu apparents, se colorent aisément par les couleurs d'aniline et ne prennent pas le grain, possèdent des cils. Les bacilles ciliés ont une forme ovoïde; l'une de leurs extrémités possède un véritable pinceau de flagella rigides, qui sont difficilement mis en évidence. Lorsque les cultures vieillissent, le voile s'humidifie, puis tombe peu à peu au fond du liquide en produisant un dépôt abondant constitué principalement par des spores.

» Ce bacille transforme les nitrates en nitrites, ne donne pas d'indol dans les bouillons peptonés, coagule le lait en donnant une réaction acide.

» Nous l'avons cultivé dans les milieux suivants, dans le but de chercher quelles sont les substances auxquelles il emprunte de préférence les éléments C, Az, H nécessaires à son développement. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

	Par litre.													
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Asparagine	10	10	»	10	»	»	10	»	10	10	»	10	10	»
Sulfate d'ammoniaque	»	4,71	»	4,71	4,71	»	4,71	»	»	4,71	»	»	4,71	»
Phosphate de potasse	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	»	0,75	»	0,75	0,75	»	»	0,75
Sulfate de magnésie	0,10	»	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	»	»	0,10	»	»	0,10
Glucose	10	10	10	»	10	10	10	10	»	»	10	10	»	10
Nitrate de potasse	»	»	0,05	»	»	0,01	»	0,005	»	»	0,001	»	»	»
Développement du bacille en voile	T.B	T.B	B	B	B	B	T.P	T.P	0	0	0	0	0	0
Développement du bacille en profond^{r}	T.B	T.B	T.B	A.B	A.B	T.P	A.B	A.B	A.B	A.B	A.B	T.P	0	0

» Nous avons fait les observations suivantes en cultivant ce bacille dans de l'eau de levure additionnée de diverses substances.

» *Glucose*. — Il se développe vigoureusement et le consomme assez rapidement pour qu'une solution à 10 pour 1000 n'en contienne plus que des traces au bout de huit jours. Il y a production de très petites quantités d'acides acétique, butyrique et lactique.

» *Glycérine*. — Les milieux glycérinés à 10 ou 20 pour 1000 n'en contiennent également que de faibles proportions quelques jours après l'ensemencement. Il se produit, dans ces conditions, un corps qui apparait dès le second jour pour disparaître dans la suite. Ce corps réduit la liqueur

cupro-potassique et le nitrate d'argent; il est oxydé par le mélange de bichromate et d'acide sulfurique. L'addition dans ce milieu de phénylhydrazine acétique donne lieu à la formation d'une combinaison cristalline; mais la quantité minime de cette osazone que nous avons pu recueillir ne nous a pas permis de la caractériser. Il est vraisemblable que le corps auquel est due sa formation doit être le même que celui qui prend naissance dans l'action de la bactérie du sorbose sur la glycérine, comme l'a établi M. G. Bertrand (1), c'est-à-dire de la dioxyacétone $CH^2.OH-CO-CH^2.OH$.

» *Tartre*. — Le développement du bacille s'effectue assez bien pour la dose de 1 pour 1000, plus lentement à 2 pour 1000 et se trouve complètement entravé au-dessus de 3 pour 1000. Le bacille n'est cependant pas détruit, car, ensemencé de nouveau dans de l'eau de levure glucosée, il reprend sa vitalité. Nous avons constaté qu'il ne se développe dans les milieux additionnés de tartre que lorsque la quantité de celui-ci est telle que l'acidité qui lui est due puisse être neutralisée par l'ammoniaque qu'il peut produire. En un mot, c'est l'acidité du bitartrate de potasse qui gêne, ou peut même entraver complètement le développement du bacille. Il suffit, en effet, de neutraliser cette acidité par de la potasse ou de l'ammoniaque pour que les cultures deviennent abondantes.

» Nous n'avons pas pu le cultiver dans des milieux contenant plus de 0,3 pour 1000 d'acide tartrique. (Il en a été de même pour l'acide succinique.)

» Il est sans action sur l'alcool et ne fait pas fermenter le saccharose.

» Ensemencé dans du vin, le bacille A a produit un abondant dépôt. Le glucose et la glycérine ont diminué tandis que le tartre et l'acidité n'ont pas varié.

» Parmi les vins dans lesquels nous avons isolé ce bacille, il s'en trouve un qui contenait les deux bacilles A et B. Ce vin était originaire de la commune de l'Arba (Algérie), année 1896, a été mis en bouteilles en novembre 1896 et examiné à des époques différentes :

	14 juin 1897.	29 octobre 1897.	14 janvier 1898.
Alcool pour 100 en volume.....	9,5	»	9,1
Sucre réducteur par litre.....	1,38	»	6,70
Tartre »	3,13	0,75	0,65
Acidité totale en SO^4H^2 »	3,50	3,38	5,41
Acidité volatile »	0,38	0,32	1,7
Ammoniaque »	0,007	»	0,030

(1) *Comptes rendus*, p. 842; 14 mars 1898.

» Nous remarquons que :

» 1° Le vin présentait une composition normale, l'examen microscopique a seul fait prévoir l'altération future;

» 2° L'acidité est restée invariable pendant quatre mois, tandis que le tartre a constamment diminué.

» 3° La proportion de sucre réducteur a été beaucoup plus forte dans la dernière analyse que dans la première. Cette anomalie trouve son explication dans l'influence qu'exerce, sur le dosage des matières réductrices, la dioxyacétone dont nous avons constaté la présence à ce moment dans le vin.

» 4° Enfin la proportion d'ammoniaque a notablement augmenté.

» Nous avons donc isolé, d'un vin présentant à l'examen microscopique, puis plus tard à l'analyse chimique, les caractères d'un vin tourné, un bacille filiforme qui est sans action sur le bitartrate de potasse.

» Il semblerait y avoir contradiction entre les analyses de notre vin et les propriétés du bacille dont nous présentons l'étude, si nous ne rappelions pas qu'il se trouvait, dans ce vin, associé au bacille B. Ce dernier amène la destruction du tartre et agit également sur le glucose et la glycérine, mais en donnant lieu à la formation d'acides, comme nous l'exposerons dans une prochaine Communication. On conçoit que les actions combinées de ces deux bacilles, agissant en symbiose dans le vin, soient susceptibles d'y produire les modifications que nous avons constatées.

» En raison de la coloration rosée caractéristique que prend la culture sur eau de levure glucosée, nous proposons de désigner le bacille A sous le nom de *bacillus roseus vini*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Effets des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère de l'hémisphère nord à chacune des quatre phases*. Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Prenons la phase exactement au moment où le Soleil et la Lune sont sur le même méridien ou sur deux méridiens orthogonaux.

» Considérons un point quelconque de l'atmosphère de l'hémisphère, en supposant que les actions terrestres s'y font équilibre en ce moment.

» Soient

λ la latitude du point;

α sa longitude W à partir du méridien du Soleil au dit instant;

δ_S la déclinaison solaire à ce moment;
δ_L la déclinaison lunaire à ce moment;
D et d la distance moyenne du Soleil et de la Lune au centre de la Terre;
D′ et d' les distances effectives au point et au moment considérés;
S l'attraction du Soleil à la distance D
S′ l'attraction du Soleil à la distance D′ $\Big\}$ $S' = S\frac{D^2}{D'^2}$;
L l'attraction de la Lune à la distance d
L′ l'attraction de la Lune à la distance d' $\Big\}$ $L' = L\frac{d^2}{d'^2}$;
Σ ou $-\Sigma$ soulèvement ou compression, exercé sur l'atmosphère;
γ ou $-\gamma$ traction horizontale (glissement), exercée sur l'atmosphère suivant le parallèle, dans le sens W-E, ou dans le sens contraire;
γ' ou $-\gamma'$ traction horizontale exercée, suivant le méridien, dans le sens N-S, ou dans le sens contraire.

» A raison des propriétés physiques de l'atmosphère et de l'obligation constante à la rotation :

» 1° Les mouvements relatifs provoqués aux différents points de l'atmosphère par l'attraction d'un corps extra-terrestre, sont considérés ici comme sensiblement indépendants de son effet sur le mouvement du centre de gravité de la masse terrestre;

» Doivent surtout être distingués les effets, d'ordres essentiellement différents, dus à la composante verticale et aux deux composantes horizontales de la force, soulèvement ou compression, traction, en un sens ou en l'autre, suivant le parallèle et suivant le méridien.

» En supposant tout à l'équateur, on a pour effets instantanés :

A NL.....	$\Sigma = (S' + L')\cos\alpha$,	$\gamma = (S' + L')\sin\alpha$;
A PQ.....	$\Sigma = S'\cos\alpha - L'\sin\alpha$,	$\gamma = S'\sin\alpha + L'\cos\alpha$;
A PL.....	$\Sigma = (S' - L')\cos\alpha$,	$\gamma = (S' - L')\sin\alpha$;
A DQ.....	$\Sigma = S'\cos\alpha + L'\sin\alpha$,	$\gamma = S'\sin\alpha - L'\cos\alpha$.

» Pour un point quelconque de l'atmosphère, des déclinaisons et des distances quelconques des deux astres, on a

A NL :

$$\Sigma = S'(\sin\lambda\sin\delta_S + \cos\lambda\cos\delta_S\cos\alpha) + L'(\sin\lambda\sin\delta_L + \cos\lambda\cos\delta_L\cos\alpha)$$
$$\gamma = (S'\cos\delta_S + L'\cos\delta)\sin\alpha,$$
$$\gamma' = S'(-\cos\lambda\sin\delta_S + \sin\lambda\cos\delta_S\cos\alpha) + L'(-\cos\lambda\sin\delta_L + \sin\lambda\cos\delta_L\cos\alpha).$$

A PQ :

$$\Sigma = S'(\sin\lambda \sin\delta_S + \cos\lambda \cos\delta_S \cos\alpha) + L'(\sin\lambda \sin\delta_L - \cos\lambda \sin\delta_L \sin\alpha),$$
$$\gamma = S' \cos\delta_S \sin\alpha + L' \cos\delta_L \cos\alpha,$$
$$\gamma' = S'(-\cos\lambda \sin\delta_S + \sin\lambda \cos\delta_S \cos\alpha) + L'(-\cos\lambda \sin\delta_L - \sin\lambda \cos\delta_L \sin\alpha).$$

A PL :

$$\Sigma = S'(\sin\lambda \sin\delta_S + \cos\lambda \cos\delta_S \cos\alpha) + L'(\sin\lambda \sin\delta_L - \cos\lambda \cos\delta_L \cos\alpha),$$
$$\gamma = (S' \cos\delta_S - L' \cos\delta_L) \sin\alpha.$$
$$\gamma' = S'(-\cos\lambda \sin\delta_S + \sin\lambda \cos\delta_S \cos\alpha) - L'(+\cos\lambda \sin\delta_L + \sin\lambda \sin\delta_L \cos\alpha).$$

A DQ :

$$\Sigma = S'(\sin\lambda \sin\delta_S + \cos\lambda \cos\delta_S \cos\alpha) + L'(\sin\lambda \sin\delta_L + \cos\lambda \cos\delta_L \sin\alpha),$$
$$\gamma = S' \cos\delta_S \sin\alpha - L' \sin\delta_L \cos\alpha,$$
$$\gamma' = S'(-\cos\lambda \sin\delta_S + \sin\lambda \cos\delta_S \cos\alpha) + L'(-\cos\lambda \sin\delta_L + \sin\lambda \cos\delta_L \sin\alpha).$$

» Dans chacune de ces équations, on a, comme données variables indépendantes, le méridien d'origine, les déclinaisons de deux astres et leurs distances au point considéré. Ces cinq variables sont liées à six révolutions de durées incommensurables entre elles.

» Il n'y est pas tenu compte de la partie de la variation barométrique diurne qu'on peut appeler *onde d'échauffement*, qui a une forme différente de celle de l'attraction solaire et dont le minimum principal est en retard de quatre à cinq heures suivant la saison.

» Elles ne donnent que l'effet instantané qui se superpose à la situation créée, aux différents points de l'atmosphère, par les cumulations antérieures dues, d'une part au progrès régulier des saisons, de l'autre à la grande variabilité de l'onde luni-solaire.

» Elles paraissent cependant en plein accord avec les multiples déductions précédemment tirées de la discussion des observations simultanées, et elles indiquent d'autres faits généraux à vérifier. »

M. V. DE ZIEGLER adresse un Mémoire relatif à la répartition des mers et de la terre ferme sur le globe terrestre.

M. ZENGER adresse un Résumé des observations météorologiques du mois de janvier 1898.

M. LALOUX adresse un Mémoire sur un « Moteur rotatif ou turbine à vapeur et à gaz divers ».

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 AVRIL 1898.

Leçons sur la Théorie des marées, professées au Collège de France, par M. MAURICE LÉVY, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur au Collège de France. Première Partie : *Théories élémentaires, Formules pratiques de prévision des marées*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par l'auteur.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART, MOISSAN. Septième série. Avril 1898. T. XIII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. MOUCHEZ et F. TISSERAND, publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : H. POINCARÉ, Président; G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU, H. DESLANDRES, R. RADAU. Tome XV. Avril 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Mars 1898. Paris, 1 vol. in-4°.

Essai sur la théorie des machines électriques à influence, par V. SCHAFFERS, S. J., Professeur au Collège de la Compagnie de Jésus, à Louvain. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Nouveaux procédés de Taxidermie, par le comte Alléon, Membre du Comité international permanent ornithologique de Vienne, etc. Paris, L. Mulot, 1898; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Institut colonial de Marseille, publiées sous la direction de M. le Professeur Édouard Heckel. Quatrième année. Troisième Volume (1896). Mâcon, Protat frères, 1897; 1 vol. gr. in-8°.

L'Anthropologie, Rédacteurs en chef : MM. Boule et Verneau. 1898. Tome IX, n° 1. Janvier-février. Paris, Masson et C^ie^; 1 vol. in-8°.

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par le Secrétaire perpétuel. Année 1897, n° 10, contenant les *Comptes rendus* des séances de décembre 1897. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-8°.

Year-book of the Royal Society of London, 1896-1897, n° 1. London, Harrison and Sons; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 mars 1898.)

Note de M. *Marcel Delépine,* Sur les bases quinoléiques :

Page 965, ligne 9, *au lieu de* $C^6H^4\begin{cases}CH=CH\\Az=C.CH\end{cases}$, *lisez* $C^6H^4\begin{cases}CH=CH\\Az=C.CH^3\end{cases}$.

Même page, ligne 25, *au lieu de* $9^{Cal},1$, *lisez* $9^{Cal},4$.

Même page, ligne 27, *au lieu de* 6 pour 100, *lisez* 6 pour 1000.

Page 966, ligne 22, *au lieu de* $+0^{Cal},23$, *lisez* $-0^{Cal},23$.

Note de M. *Henneguy,* Sur le rapport des centrosomes avec les cils vibratiles :

Page 978, 1re ligne, *supprimez le mot* avec.

1898

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 4 avril 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. le Président annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 11 avril sera remise au mardi 12. 991

M. de Jonquières. — Sur un point de doctrine dans la théorie des formes quadratiques 991

MM. Henri Becquerel et H. Deslandres. — Contribution à l'étude du phénomène de Zeeman 997

M. Gaston Bonnier. — Mouvements de la Sensitive développée dans l'eau 1001

M. Maurice Levy présente la première Partie des Leçons qu'il a professées au Collège de France, en 1893-1894 « Sur la théorie des Marées » 1007

NOMINATIONS.

Commission chargée de juger le concours du prix Francœur de 1898 : MM. *Darboux, Hermite, J. Bertrand, Poincaré, Picard* 1007

Commission chargée de juger le concours du prix Poncelet de 1898 : MM. *Hermite, J. Bertrand, Darboux, Poincaré, Sarrau* 1007

Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire de 1898 : MM. *de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye* 1007

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Mécanique) de 1898 : MM. *Maurice Lévy, Boussinesq, Sarrau, Léauté, Sebert* 1007

Commission chargée de juger le concours du prix Plumey de 1898 : MM. *de Bussy, Sarrau, Guyou, Maurice Lévy, Deprez* 1007

Commission chargée de juger le concours du prix Lalande (Astronomie) de 1898 : MM. *Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau, Janssen* 1007

Commission chargée de juger le concours du prix Valz (Astronomie) de 1898 : MM. *Lœwy, Faye, Callandreau, Wolf, Janssen* 1008

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique) de 1898 : MM. *Haton de la Goupillière, de Jonquières, J. Bertrand, de Freycinet, Bouché, Brouardel* 1008

Commission chargée de juger le concours du prix Jecker (Chimie organique) de 1898 : MM. *Friedel, Troost, Arm. Gautier, Moissan, Grimaux, Ditte* 1010

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Bérard. — Sur la déformation des pièces comprimées et la stabilité des grandes charpentes 1008

M. L. Lagarde soumet au jugement de l'Académie divers appareils électriques dont il donne la description et l'emploi 1010

M. Œchsner de Coninck adresse une réclamation de priorité relative à ses recherches sur le rachitisme 1010

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite les Membres de l'Académie à assister, le samedi 16 avril, à la réunion générale de clôture des séances du Congrès des Sociétés savantes 1011

M. de Jonquières offre à l'Académie la Lettre autographe de *Gauss* dont il avait communiqué le texte dans la séance du 13 avril 1896 1011

M. C. Guichard. — Sur les congruences qui sont de plusieurs manières des congruences K 1011

M. E. Jahnke. — Nouvelles expressions des éléments d'un système orthogonal par les fonctions thêta de deux arguments et leur application à la Dynamique 1013

MM. W. Ébert et J. Perchot. — Sur une transformation de l'équation d'Hamil-

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

ton..... 1017

M. Paul Sacerdote. Sur les déformations qu'éprouve un diélectrique solide lorsqu'il devient le siège d'un champ électrique..... 1019

M. W. Stekloff. — Sur un problème de la théorie analytique de la chaleur..... 1022

M. Emmanuel Legrand. — Sur la conductibilité électrique des solutions de permanganate de potassium..... 1025

M. Louis Decombe. — Sur la résonance multiple..... 1027

M. Charles Camichel. — Sur l'ampèremètre thermique à mercure, ses applications industrielles : nouvel étalon de force électromotrice..... 1028

M. Daniel Berthelot. — Comparaison des valeurs des poids atomiques de l'hydrogène, de l'azote et du carbone déduites de données physiques avec les valeurs déduites de l'analyse chimique..... 1030

M. Marcel Delepine. — Isoquinoléine et tétrahydroisoquinoléine..... 1033

M. L. de Saint-Martin. — Sur le dosage de petites quantités d'oxyde de carbone dans l'air et dans le sang normal..... 1036

M. Eug. Demarçay. — Sur le spectre et la nature du néodyme..... 1039

M. Œchsner de Coninck. — Action des oxydants sur quelques corps azotés..... 1042

M. G. Denigès. — Combinaison obtenue avec l'azotate de mercure et le triméthylcarbinol..... 1043

M. Ém. Bourquelot. — Sur la physiologie du gentianose; son dédoublement par les ferments solubles..... 1045

M. G.-A. Le Roy. — Recherche de la sciure de bois dans les farines..... 1047

M. F. Gonnard. — Sur les formes cristallines de l'oligiste du puy de la Tache (mont Dore)..... 1048

MM. F. Bordas, Joulin et de Raczkowski. — Sur les microrganismes des vins dits *tournés*..... 1050

M. A. Poincaré. — Effets des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère de l'hémisphère nord à chacune des quatre phases..... 1053

M. V. de Ziegler adresse un Mémoire relatif à la répartition des mers et de la terre ferme sur le globe terrestre..... 1056

M. Zenger adresse un Résumé des observations météorologiques du mois de janvier 1898..... 1056

M. Laloux adresse un Mémoire sur un « Moteur rotatif ou turbine à vapeur et à gaz divers »..... 1056

Bulletin bibliographique..... 1056

Errata..... 1057

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars

1898

PREMIER SEMESTRE.

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 15 (12 Avril 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours consulté, mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative rend un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* et sur l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 12 AVRIL 1898,

PRÉSIDÉE PAR M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Aimé Girard,* Membre de la Section d'Économie rurale, décédé le 12 avril.

Les obsèques auront lieu le vendredi 15 avril.

Sur la proposition de M. le Président, l'Académie décide que la séance sera levée, en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

M. **Th. Schlœsing** ajoute :

« M. Aimé Girard était, dans l'Académie, le représentant le plus autorisé des industries chimiques et agricoles. Après des travaux de Science

pure très estimés, il avait été nommé professeur de Chimie industrielle au Conservatoire des Arts et Métiers, en remplacement de Payen. Son enseignement devint dès lors le but dominant de ses efforts. Affable et gai, loyal, d'un entier désintéressement, il avait tout le nécessaire pour forcer l'entrée des usines; les industriels chez qui il pénétrait, tant en France qu'à l'étranger, devenaient et restaient ses amis; ils lui livraient une foule de renseignements inédits dont il enrichissait ses attrayantes leçons; en retour, M. Aimé Girard leur prodiguait les conseils suggérés par son expérience et ses propres travaux. En peu d'années, ses belles recherches sur les fibres végétales, le blé, les farines, les sucres, les boissons avaient fait de lui la première autorité, souvent consultée par nos gouvernants, dans les grandes industries du papier, de l'alcool, du sucre, de la meunerie, de la boulangerie.

» L'étude des produits du sol mène à celle de leur production; dans cette nouvelle voie, M. Aimé Girard a rendu d'éclatants services et, après ses recherches sur le développement et la culture de la betterave et de la pomme de terre, il avait conquis, parmi les agriculteurs, la même situation, les mêmes sympathies dont il jouissait dans le monde industriel.

» Affaibli, dans ces dernières années, par de fréquents assauts de la maladie, attristé par des deuils répétés, il a continué néanmoins son courageux labeur; la mort l'a pris pendant qu'il appliquait aux blés de diverses origines les procédés nouveaux d'analyse qui ont été l'objet de sa récente et dernière Communication à l'Académie. C'est maintenant qu'on peut mesurer, par le vide qu'il laisse, la place qu'il occupait dans les Sociétés savantes et les Conseils dont il faisait partie. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Observations relatives à l'action de l'oxygène sur le sulfure de carbone et à l'influence chimique de la lumière. — Travail préliminaire qui détermine les réactions;* par M. **Berthelot**.

« J'ai fait quelques observations relatives à l'action que l'oxygène exerce sur le sulfure de carbone, à la température ordinaire et sous l'influence de la lumière. Cette action soulève divers problèmes généraux de Mécanique chimique.

» En effet, on sait comment l'action de l'oxygène sur le sulfure de carbone s'exerce directement, à partir de la température de 200° environ, avec inflammation. En présence d'un excès d'oxygène et provoquée par

une étincelle, elle est immédiate, explosive; la totalité du composé se changeant en acides carbonique et sulfureux, c'est-à-dire dans les produits qui répondent à ce maximum thermique vers lequel tend toute réaction chimique.

» Mais l'oxydation du sulfure de carbone s'effectue-t-elle dès la température ordinaire, en général? ou dans des conditions spéciales? d'une façon complète ou partielle? avec formation des produits d'une combustion totale, ou intermédiaire? Ce sont là des questions d'autant plus intéressantes qu'elles comprennent celle de la nécessité d'un travail préliminaire, susceptible de déterminer l'action chimique, lorsque celle-ci dégage par elle-même de la chaleur : c'est ce travail préliminaire dont j'ai mis le rôle en évidence depuis longtemps et dont l'étude a fait depuis, sous des dénominations diverses, l'objet des recherches de beaucoup de chimistes et de physiciens. Le cas de l'oxydation du sulfure de carbone mérite d'autant plus notre attention que le travail préliminaire, accompli sous l'influence de la lumière, dépend de son intensité, non seulement comme grandeur, mais comme existence même.

» En fait, les expériences que j'ai réalisées et que je vais résumer établissent, en premier lieu, que l'oxydation directe et exothermique du sulfure de carbone gazeux par l'oxygène dilué n'a pas lieu d'une façon appréciable à la température et à la pression ordinaires, sous l'influence de la lumière diffuse, agissant dans une pièce bien éclairée, même dans l'espace d'une année. Il est donc établi tout d'abord, dans le cas présent, qu'une telle oxydation exige un certain travail préliminaire.

» Or il en est tout autrement, comme on sait, dans le cas de la plupart des réactions photochimiques. Par exemple, l'union du chlore et de l'hydrogène, pour former le gaz chlorhydrique, commence déjà à s'opérer sous l'influence de la lumière diffuse la plus faible et elle croît avec l'intensité de l'éclairage, ainsi que l'ont constaté Gay-Lussac et Thenard. On connaît les études approfondies de Bunsen à cet égard. L'oxydation du sulfure de carbone, au contraire, n'a pas lieu sous de faibles intensités lumineuses. Dans le cas de cette oxydation, je rappellerai qu'un travail préliminaire analogue est susceptible d'être accompli par le concours des énergies calorifiques, c'est-à-dire par une élévation convenable de température, telle que celle qui porte le mélange combustible vers 200° (et probablement dès une température moins élevée). Il en est de même, comme on sait, d'un grand nombre d'autres oxydations, provoquées par les énergies calorifiques.

» Mais ici, je le répète, il s'agit d'un travail préliminaire accompli, à la température ordinaire, sous l'influence des énergies lumineuses. Or celles-ci ne deviennent efficaces, dans le cas du sulfure de carbone, que si l'on recourt à une lumière suffisamment intense, telle que celle de la radiation solaire directe, radiation dont la composition spectroscopique ne diffère guère de celle de la lumière diffuse ; la différence résidant surtout dans l'intensité. En fait, et j'y insiste, ce que la lumière diffuse n'a pas fait au bout d'une année, la radiation solaire directe le détermine au bout de quelques heures, et même presque immédiatement. Cependant, le développement de l'oxydation, dans ces conditions, est lent — quoiqu'il s'agisse d'un système homogène entièrement gazeux — et il se poursuit d'une façon progressive, en formant à la fois des gaz et des solides. Il est d'ailleurs incomplet, c'est-à-dire qu'il n'atteint pas tous les degrés d'une oxydation totale, et il demeure partiel, même au bout d'une année.

» Analysons plus en détail ces divers phénomènes. L'action déterminante, que la lumière solaire met en jeu dans l'oxydation du sulfure de carbone, représente un effet très général, celui de la lumière pour provoquer les oxydations; effet si manifeste en photographie et dans une multitude de réactions chimiques, d'ordre minéral ou organique. Dans le cas particulier que nous examinons, l'action n'a pas lieu dans l'obscurité et elle est congénère de celle que la lumière exerce, tant sur le sulfure de carbone pur, que sur le soufre mis en présence du sulfure. En effet, on sait que le sulfure de carbone pur, sous l'influence de la lumière, est décomposé partiellement en soufre libre et sous-sulfure brun marron, étudié par Loew et Sidot. On sait également que le soufre dissous dans le sulfure de carbone se précipite à l'état de soufre insoluble sous l'influence de la lumière solaire (Lallemand); ou bien encore, d'après mes propres recherches, sous l'influence de la lumière électrique. Ce sont des phénomènes analogues qui se produisent sur un mélange de sulfure de carbone et d'air : avec cette différence essentielle qu'il y a, dans le dernier cas, oxydation, c'est-à-dire fixation d'oxygène, ainsi que je l'établirai plus loin. Cette oxydation lente n'arrive pas d'ailleurs à son terme; mais, comme il arrive en général dans les cas de cet ordre, elle s'arrête à des produits incomplets et en partie polymérisés. En effet, on observe la production simultanée de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, du soufre libre, d'un oxysulfure de carbone fixe, c'est-à-dire à formule condensée, et des sulfates alcalins (formés avec le concours des alcalis du verre).

» La réaction photochimique actuelle offre à cet égard quelque analogie

avec l'action de l'effluve électrique. Cependant elle n'est pas accompagnée, comme cette dernière, par une fixation notable d'azote libre sur le sulfure de carbone. J'ai vérifié cette différence, tant en opérant avec un mélange d'air et de sulfure de carbone, qu'avec un mélange gazeux d'azote pur et de sulfure de carbone, exposé pareillement à l'action de la radiation solaire directe : tout au plus reconnaît-on des traces d'une semblable fixation.

» Non seulement l'oxydation du sulfure de carbone, sous l'influence de la lumière, ne donne pas lieu uniquement à des produits extrêmes, mais elle est partielle; un cinquième seulement de l'oxygène présent étant consommé au bout d'une année, tandis que les quatre cinquièmes de cet élément subsistent, en présence de plus des deux tiers du sulfure de carbone inaltéré.

» Ce caractère partiel de la réaction n'est pas attribuable à un équilibre chimique proprement dit entre les composants et leurs composés, demeurés en présence : il est dû, en réalité, à un changement purement physique des conditions du phénomène, car il s'explique par ce que les produits formés tout d'abord constituent à la surface intérieure du verre des ballons, qui contiennent le mélange, une couche susceptible d'arrêter les radiations qui les ont produites, en les absorbant; conformément à une loi bien connue des actions photochimiques, loi dont les analogues se retrouvent dans bien d'autres phénomènes, notamment, en Physiologie, dans l'étude des venins et des toxines.

» Ainsi l'oxydation du sulfure de carbone est déterminée à la température ordinaire par le travail préliminaire des énergies lumineuses.

» Mais, ainsi que je l'ai dit en commençant, on observe dans cette réaction une circonstance fondamentale, à savoir que ce travail préliminaire exige, pour commencer, l'intervention d'une radiation lumineuse suffisamment intense, telle que celle de l'action solaire directe. Celle-ci provoque le phénomène en quelques heures, et le commence même presque immédiatement; tandis que la lumière diffuse ne donne lieu à aucun effet appréciable, *même au bout d'une année*. L'effet n'est donc pas simplement proportionnel à l'intensité lumineuse, contrairement à ce qui arrive pour la combinaison du chlore et de l'hydrogène.

» Ce sont là d'ailleurs des circonstances qui se présentent lors de l'exercice de toutes les énergies susceptibles de déterminer l'action chimique. Ainsi les énergies calorifiques ne commencent à intervenir qu'à partir d'une certaine température, variable suivant les cas, depuis des

températures voisines de —200° jusqu'à la température rouge et au delà. Les énergies électriques donnent lieu à la même observation, ainsi que je l'ai établi notamment pour les formations de l'ozone et des oxydes de l'azote, aux dépens de l'air soumis à l'influence des effluves (1).

» Les faits que j'expose en ce moment montrent que les énergies lumineuses se conforment au même principe.

» On peut assimiler l'effet de ces différentes énergies dans les réactions exothermiques à celui d'un agent mécanique, employé pour déterminer par traction la rupture d'un solide : il faut que la tension dépasse les limites d'élasticité pour produire une déformation permanente du système. Cette conclusion s'applique même aux systèmes liquides, comme le montrent, soit les phénomènes de sursaturation, de surfusion, de retard dans l'ébullition; soit les phénomènes relatifs à la dilatation forcée des liquides, maintenus dans un vase qu'ils continuent à remplir entièrement et à volume sensiblement constant, pendant une certaine période de leur refroidissement (2).

» Je vais préciser ces notions générales, en résumant mes observations.

» On prend un ballon de $2^{lit},5$ à 3^{lit}, rempli d'air; on y introduit une ampoule scellée, contenant un poids de sulfure de carbone voisin de 1^{gr}, poids susceptible de se vaporiser entièrement dans la capacité du ballon, à la température de 15° : il y occupe environ $\frac{1}{3}$ de litre, avec sa tension normale. L'oxygène de cet air ne serait pas d'ailleurs suffisant pour une oxydation totale, laquelle exigerait environ 5^{lit} d'air.

» Cela fait, on étrangle le col du ballon; on le laisse refroidir, on le scelle à la lampe, et l'on brise l'ampoule par des secousses ménagées.

» On a préparé trois ballons de ce genre, le 18 mars 1897. Deux ont été placés sur une table du laboratoire, en un endroit bien éclairé, mais que les rayons solaires directs ne pouvaient pas atteindre. Le troisième a été déposé sur le toit du laboratoire, de façon à recevoir au contraire l'action directe du soleil (sauf les radiations absorbées par le verre, bien entendu).

» L'expérience a été continuée jusqu'au 31 mars 1898 et j'en ai examiné les produits.

» 1. Ballon conservé dans un endroit bien éclairé, mais à l'abri des radiations solaires directes. $CS^2 = 1^{gr},055$. — Au bout d'une année, la surface intérieure était restée nette et transparente. Pas trace de soufre déposé. On extrait un certain volume de gaz. Pas d'acide carbonique. On absorbe la vapeur du sulfure de carbone avec un fragment

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII, p. 443.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXX, p. 232; 1850.

de potasse imbibé d'alcool; puis on élimine les vapeurs d'eau et d'alcool par SO^4H^2.

Composition du gaz restant..... $O = 20,7$
$Az = 79,3$

» 2. Ballon semblable, traité de même. $CS^2 = 1^{gr},14$. Ni soufre libre, ni CO^2.

Composition du gaz restant..... $O = 20,9$
$Az = 79,1$

Moyenne..... $O = 20,8$
$Az = 79,2$
100,0

» D'après ces analyses, l'oxygène n'a été absorbé d'une façon appréciable; ni le sulfure de carbone altéré sous l'influence de la lumière diffuse, continuée pendant une année.

» Je suis arrivé au même résultat en opérant avec le thiophène, C^4H^4S, au lieu de sulfure de carbone; $2^{gr},086$ de ce composé ayant été placés dans un ballon de $2^{lit},5$ plein d'air, conservé dans le même laboratoire, à la lumière diffuse. Au bout d'une année, l'air intérieur a offert la composition suivante : $O = 20,9$; $Az = 79,1$.

» 3. Ballon semblable, de $2^{lit},5$, contenant du sulfure de carbone et de l'air, exposé à la radiation solaire directe sur un toit. L'air circulait librement tout autour du ballon. $CS^2 = 1^{gr},070$. — Il s'est formé, dès les premiers heures d'insolation, à la surface intérieure du ballon, un dépôt blanchâtre, ou blanc jaunâtre, qui a augmenté progressivement. Au bout d'une année, j'ai analysé les gaz et les produits solides.

Gaz..... $CO^2 = 1,5$
$CS^2 = 8,5$
$CO = 2,3$
$O = 14,7$
$Az = 72,0$
Vapeur d'eau = 1,0
100,0

Température..... 10°
Pression..... $0^m,766$
} au moment de la clôture du ballon.

Volume intérieur du ballon..... $2^{lit},50$

» Ainsi, il subsistait une dose considérable de sulfure de carbone : soit, d'après le rapport entre sa tension et celle de l'azote dans le gaz final : $0^{gr},761$. Il en a disparu $0^{gr},309$; un peu moins du tiers.

» Le rapport entre l'azote et l'oxygène dans le gaz final était 72,0 : 14,7, au lieu du rapport de l'air normal : 72,0 : 19,0. Il en résulte une absorption de 4,3 centièmes d'oxygène; soit pour 100 volumes d'air pur : 4,7 centièmes de l'oxygène initial; c'est-à-dire pour $2^{lit},50$ d'air, renfermant un centième de vapeur d'eau, 116^{cc} d'oxygène. D'après les pressions et températures observées, cela fait $0^{gr},160$. La formation de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone ayant consommé $0^{gr},028$ de cet oxygène,

le surplus a été employé sous d'autres formes : une petite quantité ayant concouru à former un oxysulfure solide, dont il va être question, et le surplus, soit $0^{gr},132$, ayant constitué des sels fixes, sulfates et carbonates, aux dépens des alcalis du verre du ballon, sels susceptibles d'ailleurs d'être constatés consécutivement.

» D'autre part, l'acide carbonique libre et l'oxyde de carbone contiennent une dose de carbone égale sensiblement au tiers de celle du sulfure de carbone inaltéré ; c'est-à-dire qu'ils représentent $0^{gr},251$ de sulfure de carbone détruit, dont le soufre se retrouve, en partie à l'état libre, en partie à l'état de sulfate.

» Passons à l'examen des *matières solides :*

» La substance blanchâtre, qui tapisse le ballon, y adhère fortement. Chauffée dans un tube fermé par un bout, elle développe une odeur alliacée, du soufre, qui se volatilise, et une matière charbonneuse, qui reste au fond du tube.

» On a traité la substance blanchâtre par du sulfure de carbone : une grande partie s'est dissoute, la majeure partie est demeurée insoluble et amorphe.

» Je rappellerai ici que le soufre dissous dans le sulfure de carbone se change en soufre insoluble, sous l'influence de la lumière solaire. Mais cette substance est ici mélangée avec un sous-sulfure de carbone rouge brun, produit sous la même influence, aux dépens du sulfure de carbone lui-même. La majeure partie du soufre résultant de la destruction du sulfure de carbone demeure ainsi adhérente au vase, tandis qu'une portion plus faible entre en dissolution.

» L'évaporation spontanée lente (dans un vase profond) de la liqueur sulfocarbonique a laissé des granules sphéroïdaux amorphes, hérissés de fines aiguilles, et renfermant quelques traces de sous-sulfure rouge brun : le tout pesait $0^{gr},15$.

» On l'a introduit dans un tube de verre que l'on a scellé, après y avoir fait le vide avec la trompe à mercure, et qu'on a chauffé au rouge sombre avec précaution. On a obtenu ainsi :

	gr
Soufre sublimé	0,104
Matière charbonneuse, recueillie autant que possible	0,030
Acide carbonique	0,0024
	0,1364
Sulfure de carbone et substances non dosées	0,0136

» On voit que ce produit renfermait à l'état combiné du soufre, du carbone et de l'oxygène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse;* par M. **Berthelot.**

« On sait que Liebig a proposé de doser l'oxygène dans les mélanges gazeux en l'absorbant au moyen du pyrogallate de potasse : ce procédé très commode et expéditif est demeuré en usage, quoique moins exact

que l'analyse par détonation. Son principal défaut consiste dans la formation simultanée d'une petite quantité d'oxyde de carbone (1), d'abord méconnue. D'après les observations des auteurs, elle s'élève dans certaines conditions jusqu'à 3 et 4 centièmes du volume de l'oxygène absorbé, pour tomber dans d'autres à 1 centième et même à 0,6; sans que les conditions qui président à ces variations soient connues. Ayant eu occasion de doser l'oxygène dans divers mélanges gazeux, j'ai repris l'étude de cette réaction; j'ai déterminé les rapports exacts entre les proportions d'acide pyrogallique, de potasse employés et la proportion d'oxygène absorbé, ce qui n'avait pas été fait, et j'ai reconnu dans quelles conditions il convient d'opérer pour réduire la dose d'oxyde de carbone produite au minimum, au millième par exemple du volume de l'oxygène absorbé. J'ai d'ailleurs mis en œuvre concurremment un absorbant qui ne produit pas d'oxyde de carbone, à savoir le protochlorure de chrome, que l'on obtient aujourd'hui facilement. Toutefois ce dernier offre un autre inconvénient : celui d'exercer, surtout en solution ammoniacale, une action spécifique sur les carbures d'hydrogène non saturés.

» Mes expériences sur le pyrogallate de potasse ont consisté à opérer avec des dissolutions, tantôt presque saturées, tantôt diluées, de pyrogallol et de potasse, voire même avec la potasse solide, et à employer ces deux composés dans des rapports équivalents exacts, et variés depuis $\frac{1}{2}$ équivalent de potasse jusqu'à 3 équivalents, et au delà, à la température ordinaire et à une température supérieure. J'ai déterminé les doses limites d'oxygène absorbées dans ces diverses conditions, les doses d'oxyde de carbone formées, la vitesse d'absorption de l'oxygène, et enfin la proportion d'oxyde de carbone produite non seulement dans les réactions arrivées à leur limite, mais encore dès leur début.

» (1).

$C^6H^6O^3 = 126^{gr}$ + eau =	400^{cc}	$5^{cc},0$ soit E
KOH : 56,1 × 9 ou $504^{gr},9$ + eau =	1000^{cc}	$5^{cc},0$ soit 3,6E

» On mêle les deux liqueurs à volumes égaux sur le mercure, à la température de 12°, et l'on introduit dans le vase, d'un seul coup, 500^{cc} d'oxygène pur.

» Les $\frac{4}{5}$ environ sont absorbés très rapidement. L'action se ralentissant ensuite, on conserve les produits en présence pendant une semaine, afin

(1) Calvert, *Comptes rendus*, t. LVII, p. 873; Clorez, p. 875; Boussingault, p. 885; 1863.

de laisser l'action se terminer. Cela fait, on dose l'oxygène restant avec le chlorure chromeux; puis l'oxyde de carbone, à l'aide du chlorure cuivreux acide : il reste une petite quantité d'azote préexistant. Le volume de l'oxygène absorbé est égal à 462^{gr} : ce qui fait, toutes corrections exécutées, $0^{gr},620$, soit $49^{gr},5$ pour 1 molécule $C^6H^6O^3$, c'est-à-dire 3 atomes d'oxygène sensiblement.

» On voit qu'il s'agit d'une transformation définie, dont les produits d'ailleurs sont mal connus jusqu'ici.

» D'après ces données, la solution de pyrogallol a absorbé 92 fois son volume d'oxygène; cette absorption s'étant accomplie très rapidement sur les $\frac{8}{9}$ de cet oxygène.

» Le volume de l'oxyde de carbone obtenu a été trouvé égal à $6^{cc},1$; soit 1,32 centième ou $\frac{1}{75}$ du volume de l'oxygène absorbé, c'est-à-dire, en atomes : $\frac{CO}{25}$ pour O.

» (2). *Influence d'une addition progressive d'oxygène*. — Même expérience, mêmes proportions : seulement l'oxygène a été ajouté par fractions successives de 45^{cc}. A la fin, 452^{cc} d'oxygène ont été absorbés; CO formé $= 6^{cc},25$. Soit, tout calcul fait, pour $C^6H^6O^3$: O absorbé $= 48^{gr},5$.

» L'action, opérée d'un seul coup ou par fractions successives, donne donc les mêmes résultats.

» (3). *Influence de la température*. — On pèse dans des ampoules les mêmes solutions, suivant les rapports exacts $C^6H^6O^3 : 3KOH$; on place les ampoules scellées, dans un ballon que l'on remplit d'oxygène (en excès) et que l'on ferme à la lampe; on dispose le ballon dans un bain-marie maintenu à 62°; puis on brise les ampoules par des secousses convenables. Au bout de deux minutes de réaction, on enlève le ballon, on le refroidit et l'on analyse les gaz.

» On a trouvé, en faisant le calcul pour $C^6H^6O^3$,

O absorbé..... 46^{gr}

» L'oxyde de carbone dégagé s'élevait à 1,3 centième du volume de l'oxygène absorbé.

» La réaction à 62° est donc sensiblement la même qu'à la température ordinaire; ce qui montre qu'elle n'est pas modifiée quant à sa limite par l'élévation de température qui l'accompagne. Dans les conditions des analyses, cette élévation de température joue cependant un rôle important; car elle accélère l'absorption de l'oxygène.

» (4). *Vitesse de la réaction* (potasse plus ou moins diluée).

1^re^ $C^6H^6O^3$ (même liqueur concentrée) : 3 KOH. Oxygène ajouté d'un seul coup en excès.

KOH (9 équiv. = 1^lit^). — Volume absorbé.		(1 équiv. = 1^lit^).	
Après deux minutes.....	51^cc^	Après deux minutes ...	47^cc^ absorb.
Troisième-quatrième minutes...	28	Troisième minute	18
Cinquième minute.....	4	Quatrième minute.....	9
Sixième minute	1	Cinquième minute.....	5
Les quatre minutes suivantes...	2	Les huit minutes suiv..	4
Les vingt minutes suivantes....	0,5	Les huit minutes suiv..	1
Seize heures	2,5	Vingt-quatre heures...	2
	89,0		86
CO	1,3	CO.....	1,3
	90,3		87,3

» La dilution inégale de l'alcali dans le rapport de 1 : 9 n'a donc modifié sensiblement ni la limite, ni la vitesse relative de la réaction.

» Tout calcul fait : Oxygène absorbé pour $C^6H^6O^3 = 48^{cc},5$ et $47^{gr},3$.

» Dans les deux cas, CO forme 1,5 centième du volume de l'oxygène absorbé.

» Il est digne d'intérêt que la différence de concentration de la potasse ait eu si peu d'influence sur la vitesse de l'absorption. En tout cas, les nombres donnent une idée de la marche générale de l'oxydation; mais les conditions d'agitation, de mélange, de température, de refroidissement, etc. sont trop peu uniformes pour que l'on puisse essayer d'en déduire une loi régulière.

» On voit cependant qu'au bout de deux minutes la dose d'oxygène absorbée s'élevait déjà à plus de moitié de la dose totale; au bout de trois minutes, aux deux tiers, etc.

» L'influence de la dilution s'est manifestée cependant d'une façon plus marquée dans l'expérience suivante.

» (5). *Influence de la dilution.* — Mêmes rapports que dans la seconde colonne ci-dessus.

$C^6H^6O^3$ quatre fois aussi étendue	E
KOH quatre fois aussi étendue	3E

» On ajoute l'oxygène par fractions successives de 40^cc^. L'action est plus lente.

» Au bout de vingt-quatre heures, on a trouvé

» Pour $C^6H^6O^3$:

O absorbé	50^{gr}
CO dégagé.....	2,0 centièmes du volume de l'oxygène absorbé.

» (6). *Proportions relatives de pyrogallol et de potasse.* — On a signalé plus haut les résultats obtenus par les rapports $C^6H^6O^3$: 3KOH. Voici pour un seul équivalent de KOH :

$C^6H^6O^3$ (liqueur concentrée) + KOH (1 équivalent = 1^{lit}).

Au bout de trois heures : O absorbé = 344^{cc}; c'est-à-dire, tout calcul fait, pour $C^6H^6O^3$: O = 46^{gr},8. CO produit = 5^{cc},7, c'est-à-dire 1,66 centième de l'oxygène absorbé.

» On voit que la réaction est sensiblement la même avec 3KOH, ou avec 1KOH : ce qui est très remarquable.

» (7) $C^6H^6O^3$ (liqueur concentrée) + $\frac{1}{2}$KOH (1 équivalent = 1^{lit}). Il se produit un composé cristallisé, peu soluble. Au bout de deux jours et demi, on trouve : O absorbé = 175^{cc}; soit, tous calculs faits, pour $C^6H^6O^3$, O = 23^{gr},8. C'est la moitié de l'absorption réalisée avec 1KOH. Les choses se passent comme si la moitié seulement du pyrogallol était entrée en réaction.

» CO produit simultanément = 6^{cc},4, c'est-à-dire 3,66 centièmes de l'oxygène absorbé. Ainsi la proportion relative de l'oxyde de carbone augmente quand l'alcali est insuffisant.

» Une autre expérience semblable a fourni 184^{cc} d'oxygène, c'est-à-dire O = 24^{gr},5.

» (8) *Production de l'oxyde de carbone aux diverses périodes de l'oxydation* :

$C^6H^6O^3$ (126^{gr} = 400^{cc}).....	10^{cc},2; soit E,
KOH (504^{gr},9 = 1^{lit}).....	10,3; soit 3,75 E.

Ce mélange est susceptible d'absorber 900^{cc} d'oxygène environ. On y ajoute d'abord 102^{cc} d'oxygène.

» Au bout de trois minutes, l'absorption étant presque totale, on sépare le résidu, soit 0^{cc},3. Ce résidu contient

CO	0,1;

c'est-à-dire que le rapport de l'oxygène absorbé d'abord à l'oxyde de carbone produit est égal à un millième seulement.

» On ajoute à la liqueur 103cc d'oxygène. Après quelques secondes :

Résidu gazeux	0,15,
CO	0,1.

Même conclusion.

» On ajoute alors à la liqueur 301cc d'oxygène.

» Le résidu, formé à peu près en totalité d'oxyde de carbone, s'élève à 5cc,3; soit 1,77 centième du volume de l'oxygène absorbé.

» On ajoute un excès d'oxygène, de façon à compléter la réaction. Le résidu, après séparation de l'excès d'oxygène par le chlorure chromeux, donne une dose d'oxyde de carbone représentant 1,70 du volume de l'oxygène absorbé.

» Le rapport moyen des quatre déterminations entre l'oxygène absorbé et l'oxyde de carbone produit est 1,35 centième, c'est-à-dire le même que dans les absorptions effectuées d'un seul coup.

» Il résulte de ces expériences que, pour ne donner naissance qu'à des quantités négligeables d'oxyde de carbone, l'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse doit être effectuée en présence d'un excès notable de potasse et avec une dose de pyrogallol capable d'absorber, pour être saturée, quatre à cinq fois autant d'oxygène que le mélange mis en expérience en renferme.

» On réalise ces conditions avec une solution très concentrée, capable d'absorber par exemple quatre-vingt-dix fois son volume d'oxygène, employée sous un volume supérieur au vingtième du volume gazeux analysé. Après l'avoir introduite dans les tubes destinés à l'analyse, on y ajoute soit de la potasse en solution aqueuse saturée; soit, et mieux, de petites pastilles de potasse solide, en proportion convenable, lesquelles se dissolvent rapidement dans la liqueur et déterminent, en quelques minutes, l'absorption complète de l'oxygène.

» Ces expériences donnent lieu à une autre observation, qui n'est pas sans intérêt pour la connaissance même de la réaction chimique, accomplie par le fait de la fixation de l'oxygène sur le pyrogallate de potasse. En effet, il résulte des faits observés que la réaction est la même pour des dilutions extrêmement différentes et qu'elle donne lieu à une même absorption d'oxygène, soit à 10°, soit à 62°; c'est-à dire qu'elle demeure la même entre des limites de température très étendues. Elle est également la même depuis 1 équivalent de potasse jusqu'à 3 équivalents, et plus; tandis qu'au-dessous d'un équivalent, elle est proportionnelle au poids de la potasse. Enfin, quand elle atteint sa limite, elle produit une fixation de

3 atomes d'oxygène; ce qui répond à la formule $C^6H^5KO^6$, ou plus simplement, en faisant abstraction du potassium : $C^6H^6O^6$. Ces rapports représentent soit la formule du composé résultant, soit celle des produits de sa décomposition, telle que celle d'un oxyquinon, $C^6H^4O^5$, formé avec séparation de H^2O. Ce corps peut être isolé, en agitant la liqueur avec de l'éther après l'avoir rendue acide. J'y reviendrai. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La viande et l'amidon comparés au sucre, au point de vue de la valeur nutritive, chez le sujet qui travaille.* Note de M. CHAUVEAU.

« Jusqu'à présent, dans mes expériences, la graisse seule a été comparée au sucre, comme aliment de force, au point de vue de la valeur nutritive (1). C'est, du reste, la comparaison qui importait surtout au but scientifique visé par ces expériences : savoir si la valeur nutritive des aliments, chez le sujet qui travaille, dépend de leur aptitude à fournir le glycogène dépensé par le muscle dans l'exécution de son travail physiologique, plutôt que de la valeur énergétique de ces aliments. Grâce à l'écart considérable existant entre leurs chaleurs de combustion, le sucre et la graisse se prêtent mieux que toute autre substance à la poursuite de ce but. Cet écart est tel (1:2,37) que les résultats de la comparaison de la valeur nutritive du sucre et de la graisse ne peuvent manquer d'être tout à fait démonstratifs. De fait, ceux qui ont été obtenus dans mes expériences ont été des plus caractéristiques. Il est apparu, avec la plus grande évidence, qu'il n'existe aucun rapport entre la valeur nutritive du sucre et de la graisse et la chaleur de combustion que peuvent développer respectivement ces deux substances alimentaires. Quand on les substitue l'une à l'autre dans une ration, il n'y faut pas employer les proportions dites *isodynames,* si l'on veut obtenir les mêmes effets nutritifs. La loi des substitutions est autre et surtout plus complexe. Elle est réglée, d'un côté, par l'aptitude des aliments comparés à entretenir les réserves de glycogène dans l'économie animale, d'un autre côté, par l'influence indirecte qu'ils exercent sur l'assimilation des autres éléments pris concurremment, ainsi que sur le processus de la désassimilation ; peut-être encore par d'autres interventions, également d'ordre secondaire comme cette dernière. C'est la première de ces influences qui paraît être de beaucoup la plus active et la plus importante.

(1) *Comptes rendus,* t. CXXV, p. 1070 et t. CXXVI, p. 795.

» En partant de ces données on peut prévoir ce qui arrivera de la comparaison du sucre avec ceux des autres aliments qui jouent le plus grand rôle dans la constitution des rations, tels que les albuminoïdes et l'amidon.

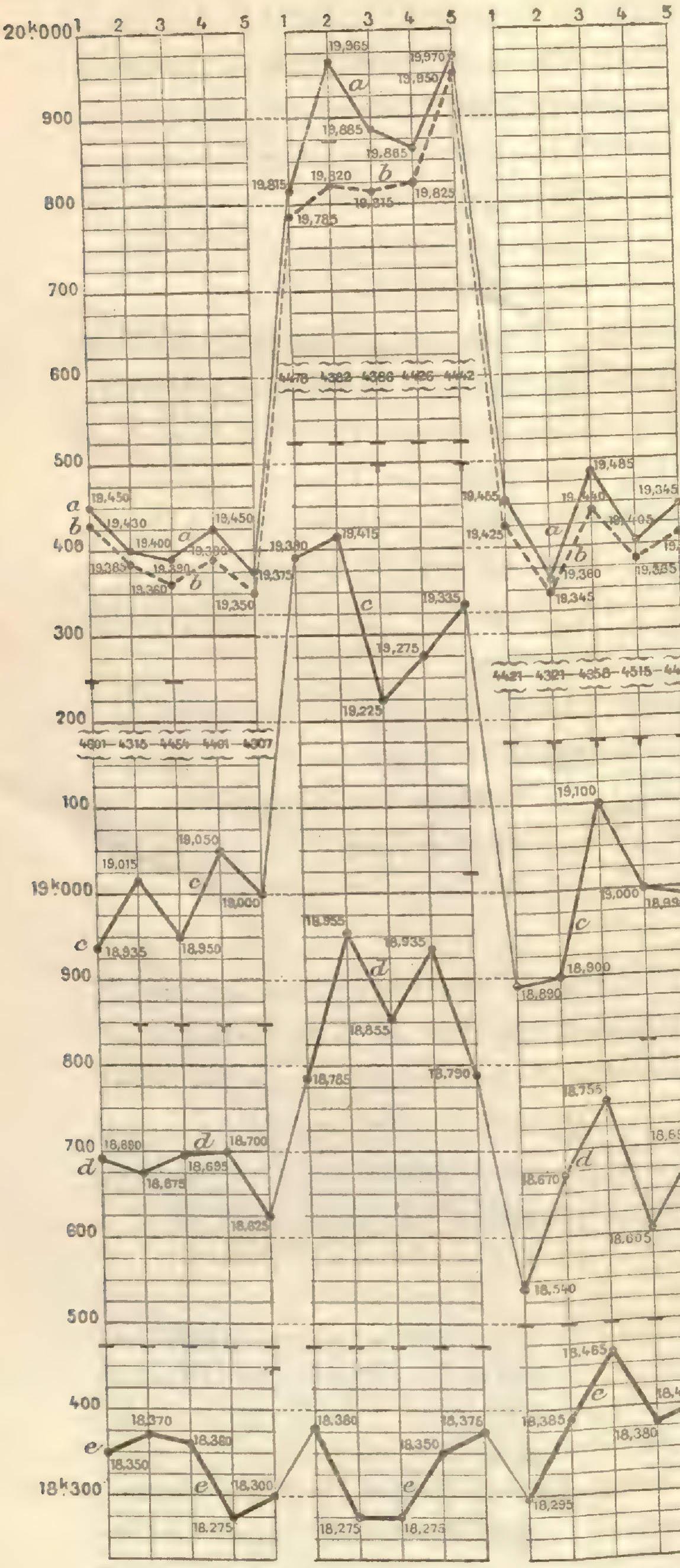
» Ainsi, la viande crue, type des albuminoïdes alimentaires, se trouve, d'une part, dans les meilleures conditions pour s'assimiler en nature. D'autre part, elle peut se transformer en glycogène, dans la proportion de 0,815 pour 1 d'albumine sèche : et cela par un processus d'hydratation (Arm. Gautier) qui produit de la graisse (tripalmitine), avec formation directe d'une petite quantité d'hydrate de carbone, lequel processus est suivi d'une oxydation incomplète de la matière grasse (A. Chauveau), transformant celle-ci complètement en hydrate de carbone. Ce n'est là qu'une hypothèse. La transformation s'effectue peut-être par d'autres processus plus ou moins avantageux. Mais avec toutes les hypothèses possibles, la viande, substituée au sucre dans une ration de travail, en proportion à peu près isodyname, s'annonce à l'avance avec une valeur nutritive peu éloignée de celle du sucre que la viande remplace.

» Avec l'amidon, les choses se passent plus simplement. Son aptitude à se fixer dans le muscle sous forme de glycogène ne peut qu'être très rapprochée de celle de la saccharose employée à dose isoénergétique. On peut donc s'attendre à ce que l'amidon, substitué en cette proportion au sucre, dans une ration de travail, se montrera doué à peu près de la même valeur nutritive.

» La vérification de ces prévisions exigerait des comparaisons multipliées, que les circonstances ne me permettent pas de faire maintenant. Toutefois, j'ai obtenu déjà, sans les chercher spécialement, quelques résultats intéressants. Je vais les faire connaître de suite, parce qu'ils pourront concourir à la clarté des démonstrations que, sur d'autres points, j'aurai à faire plus tard, avant d'avoir pu rendre ces résultats plus complets et plus certains.

» EXPÉRIENCE. — Il s'est rencontré, au cours de mes expériences avec travail sur la chienne employée à la comparaison de la valeur nutritive des aliments, que l'animal a reçu quotidiennement pendant une période de quinze jours, avec la ration fondamentale de 500^{gr} de viande, une ration complémentaire de 165^{gr} d'amidon sec, ou 730^{gr} de viande dégraissée, ou 176^{gr} de sucre. Ce sont là des rations à peu près isodynames, d'une part, et, d'autre part, capables de pourvoir presque également bien au remplacement du glycogène consommé par le travail musculaire. Toutefois, de ce dernier côté, il y avait une certaine infériorité de la ration constituée exclusivement par de la viande, mais avec compensation probable provenant de ce que la richesse de cette ration en albuminoïdes favorisait sans doute l'assimilation en nature d'une plus grande quantité de ces substances.

Graphique des résultats de l'expérience sur l'aptitude respective de l'amidon, de la viande et du sucre à entretenir le sujet qui travaille.



a, *b*, *c*, *d*, *e*. Courbes des poids du sujet :

a. Après le repas.

b. Avant le travail.

c. De suite après le travail.

d. Sept heures et demie après le travail.

e. Dix-neuf heures et demie après le travail.

f. Intervalle entre la courbe *b* et la courbe *c*, représentant les pertes de poids subies par le sujet pendant la période de travail (durée : deux heures, de $9^h 30^m$ à $11^h 30^m$ du matin).

g. Intervalle entre la courbe *c* et la courbe *d*, représentant les pertes de poids pendant la première période de repos après le travail (durée : sept heures et demie, de $11^h 30^m$ du matin à 7^h du soir).

h. Intervalle entre la courbe *d* et la courbe *e*, représentant les pertes de poids pendant la seconde période de repos après le travail (durée : douze heures, de 7^h du soir à 7^h du matin).

Les chiffres entre deux accolades, inscrits dans l'intervalle qui sépare le début et la fin du travail, indiquent le nombre des tours de la roue dans laquelle le sujet effectuait son parcours.

Les excrétions d'urine et de fèces qui ont eu lieu entre les pesées de la journée sont indiquées par les signes en tirets simples (urine) ou en tirets avec appendice vertical (fèces).

Ce graphique est extrait d'un ensemble commencé le 5 mars 1897 et continué, sans aucune interruption, jusqu'au 14 mars 1898. Il donne un échantillon du procédé appliqué à la comparaison, jour par jour, des résultats obtenus dans les recherches spécialement consacrées à l'étude de l'influence du travail sur la nutrition du sujet soumis à divers régimes alimentaires.

C'est avec les documents tirés de cet ensemble qu'ont été construits les graphiques de mes Notes du 20 décembre 1897 et du 14 mars 1898.

» Chacune des trois rations a été donnée pendant cinq jours consécutifs : d'abord viande et amidon, puis viande et viande, enfin viande et sucre.

» Le travail (chaque jour, deux heures de trot allongé dans la roue) a consisté, pendant cinq jours, en un parcours total de :

	km
Première série (viande et amidon).....	132,474
Deuxième série (viande et viande).....	132,684
Troisième série (viande et sucre).....	132,168

» C'est, pour la valeur du travail, l'identité presque absolue dans les trois cas. On la rencontre bien rarement à ce degré. Le hasard qui l'a réalisée a donc singulièrement favorisé les comparaisons que l'on voulait faire.

» Le graphique, très détaillé, qui donne les résultats de ces comparaisons est assez explicite pour dispenser de toute description. Il démontre, par les caractères de la courbe *e* (poids pris vingt-trois heures après l'administration de la ration), que *l'animal s'est entretenu à peu près également bien avec chacune des trois rations complémentaires qui ont été substituées les unes aux autres. Le sucre toutefois semble avoir eu une légère supériorité sur l'amidon et la viande.*

» En d'autres termes, *la valeur nutritive des rations complémentaires d'amidon et de viande s'est présentée comme très peu inférieure à celle de la ration complémentaire de sucre, par conséquent à peu près conforme aux prévisions fondées* 1° *sur la nécessité de la destination glycogénétique des principes immédiats ingérés par l'animal comme aliments de force,* 2° *sur l'intervention des influences capables de favoriser l'incorporation directe des albuminoïdes de la ration.*

» Il importe de remarquer qu'à prendre empiriquement les résultats de la présente étude, en les isolant de ceux qui sont donnés par la comparaison du sucre et de la graisse, on pourrait tout aussi bien rapporter la quasi-identité de la valeur nutritive, dont font preuve les trois rations complémentaires étudiées dans l'expérience actuelle, à l'identité de leur valeur énergétique. Il y a là une rencontre heureuse qui, ne se reproduisant pas dans la comparaison de la graisse et du sucre, rend à la fois plus inattaquable et plus significatif le témoignage écrasant que les résultats unanimes de cette dernière comparaison portent contre l'identification de la valeur nutritive et de la valeur énergétique des aliments.

» Je considère comme absolument impossible de faire cadrer ces derniers résultats avec la théorie des substitutions isodynames. Par contre, il ne serait pas difficile de donner aux faits qui semblent favorables à cette théorie, notamment aux plus topiques, ceux de Wolff et de Kellener, une explication physiologique conforme à la proposition qui fait dériver du glycogène musculaire, exclusivement, l'énergie employée au travail intérieur des muscles.

» Mais j'estime que toute discussion à ce sujet serait pour le moment

prématurée. Les esprits ne sont pas encore assez préparés à la réception et à l'assimilation des faits nouveaux introduits par moi dans la question. Si j'en juge par de récents exemples, le préjugé si puissant de l'isodynamisme empêche de comprendre la portée de ces faits et d'en accepter la signification inévitable, je dirai même de les connaître. Ils sont un peu victimes de la tyrannie des idées préconçues. Donc, il vaut mieux, au lieu de discuter, continuer à demander à l'expérimentation les renseignements inédits qu'elle peut encore donner pour éclairer cette question.

» En parlant, plus haut, du préjugé de l'isodynamisme, je n'ai en vue, bien entendu, que l'extension indûment donnée au fait général que ce mot exprime, c'est-à-dire l'introduction dans ce fait général de l'identité de la valeur nutritive des aliments et de leur valeur énergétique. Je suis obligé de m'élever contre cette identification. Mais je reste fidèle à l'isodynamisme vraiment légitime, celui qui repose sur les belles démonstrations de Rubner, au sujet des rapports existant entre la chaleur de combustion des aliments et la chaleur qu'ils produisent réellement quand ils sont utilisés par l'organisme animal. Sauf les corrections appelées par le mode d'utilisation des albuminoïdes, la chaleur animale résultant des combustions intraorganiques est singulièrement rapprochée de la chaleur qui serait produite par les aliments ingérés s'ils étaient brûlés dans un calorimètre. Quand on les substitue les uns aux autres, dans les rations, les modifications de la thermogénèse suivent exactement ces substitutions, et la chaleur produite reste constante si les substitutions sont faites par poids isodynames.

» Ce sont là des faits inattaquables, qui tiennent une place considérable dans la physiologie générale des êtres appartenant au règne animal. Loin d'amoindrir la valeur de la loi qui exprime ces faits, je crois l'avoir rendue précise du *travail physiologique*, travail auquel j'ai attribué hypothétiquement la valeur même de l'énergie fugitivement consacrée à sa création et rendue ensuite sous forme de chaleur sensible. Ce rattachement de toute production de chaleur, dans l'organisme animal, à l'exécution d'un travail physiologique quelconque, en mettant à côté de la chaleur produite le travail intérieur qui en a provoqué la production, précisait davantage la signification attribuée aux expressions *pouvoir thermogène* et *pouvoir dynamogène* des aliments. Cette dernière en acquérait plus d'extension. Elle pouvait être prise à volonté pour un synonyme ou comme un équivalent de la première. Les *substitutions isodynamiques* ou *isodynamogènes* retrouvaient

ainsi en partie, sous une forme plus correcte, la signification dont j'avais été obligé de les déposséder, en démontrant qu'il n'existe aucun rapport nécessaire entre la valeur nutritive et la valeur énergétique des aliments; mais il en existe un entre cette valeur énergétique des aliments et les *travaux physiologiques* à l'exécution desquels l'énergie est consacrée.

» Ainsi, si l'isodynamisme est en défaut dans la théorie de la valeur nutritive des aliments, ce n'est pas, comme d'aucuns le pensent, parce que d'autres processus concourent, pour une part considérable, avec celui de la combustion pure et simple, à la libération de l'énergie consacrée à l'exécution des travaux physiologiques. Quelle que soit l'importance des dédoublements avec ou sans hydratation qui s'interposent alors entre les états énergétiques initial et final du potentiel consommé, la chaleur animale s'identifie toujours, à très peu de chose près, avec la chaleur de combustion de ce potentiel. C'est à chaque instant que je vois les recherches de mes élèves appuyer l'éclatante confirmation donnée par les expériences de Rubner à la théorie générale de Lavoisier sur l'origine de la chaleur animale. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Addition à une précédente Communication, concernant la thëorie des formes quadratiques* (1). Note de **M. DE JONQUIÈRES.**

« Au point de vue de la simplicité des calculs, dans les recherches auxquelles donnent lieu les équations indéterminées de la forme

$$\Phi = mx^2 - ny^2 = \pm 1 \qquad (m \text{ et } n, \text{ entiers positifs}),$$

il existe, en faveur de la méthode que j'ai appelée *mixte*, un argument d'une certaine importance, qui n'a pu, faute d'espace, trouver place dans ma dernière Communication, et que je vais exposer rapidement.

» Comme, dans le procédé de Gauss, la période des réduites contiguës, au lieu d'avoir pour forme initiale $\Phi = |m, 0, -n|$, débute par une forme $F = |-A, B, C|$, contiguë et proprement équivalente à Φ, et dont le terme

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 991.

moyen B n'est pas nul, il s'ensuit, lorsque la réduite $f = |\pm 1, b, c|$, proprement équivalente à $|\mp mn, 0, \pm 1|$ et qui lui est substituée par Gauss, se présente à un rang i de la période (ce qui prouve la résolubilité de l'équation Φ), avec son cortège de coefficients transformateurs $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i$, il s'ensuit, dis-je, cette conséquence que, les valeurs de ces coefficients étant substituées dans les formules

$$(1) \qquad x = \alpha_i t - (\alpha_i B + \gamma_i C)u, \qquad y = \gamma_i t + (\alpha_i A + \gamma_i B)u,$$

celles-ci fournissent, en fonction des racines indéfinies t, u de l'équation $t^2 - Du^2 = 1$, des valeurs de x et y qui satisfont à l'équation dont la forme est F, mais non pas à l'équation proposée Φ. Comme ce sont ces dernières x', y' que l'on cherche, il faut donc pour les obtenir transformer les valeurs x et y. De là résulte un calcul de plus, à ajouter aux autres, plus nombreux déjà, comme je l'ai dit, que ceux exigés par la méthode mixte.

» Un exemple ne sera pas superflu pour faire comprendre ce dont il s'agit, et je le prends *algébrique*, afin de lui donner plus de généralité.

» Soit à résoudre l'équation

$$(ma^2 + 4)x^2 - my^2 = 1$$

(c'est le problème IV, p. 869).

» Il est inutile de reproduire ici les résultats fournis par la méthode mixte; ils se trouvent p. 870 des *Comptes rendus*. Il suffit de calculer ceux que donne le procédé de Gauss, afin d'établir la comparaison entre les deux méthodes.

» On a ici

$$\Phi = |(ma^2 + 4), 0, -m|,$$

réduite à laquelle on doit, d'après Gauss, substituer, comme réduite initiale, $F = |-m, ma, 4|$, qui lui est contiguë et proprement équivalente, de même qu'à $\varphi = |1, 0, -(m^2a^2 + 4m)|$ on doit substituer

$$f = |1, ma, -4m|.$$

» Ces prémisses posées, voici le Tableau des réduites de la période et de leurs coefficients de transformation respectifs :

				k.	α.	β.	γ.	δ.
F.	$-m$	ma	4	0	1	0	0	1
f_1.	4	$ma-2$	$-[m(a+1)-1]$	$\frac{ma-1}{2}$	0	-1	1	$\frac{1}{2}(ma-1)$
f_2.	$-[m(a+1)-1]$	$m+1$	$m(a-1)+1$	-1	-1	1	$\frac{1}{2}(ma-1)$	$-\frac{1}{2}(ma+1)$
f_3.	$m(a-1)+1$	$m(a-2)$	$-4m$	1	1	2	$-\frac{1}{2}(ma+1)$	$-ma$
f_4.	$-4m$	ma	1	$-\frac{a-1}{2}$	2	$-a$	$-ma$	$\frac{1}{2}(ma^2+1)$
f_5.	1	ma	$-4m$	$2ma$	$-a$	$-2(ma^2+1)$	$\frac{1}{2}(ma^2+1)$	$ma(ma^2+2)$
f_6.	$-4m$	$m(a-2)$	$m(a-1)+1$	$-\frac{a-1}{2}$	$-2(ma^2+1)$	$ma^2(a-1)+2a-1$	$ma(ma^2+2)$	$-\frac{1}{2}\{m^2a^3(a-1)+3ma^2-2ma+1\}$
f_7.	$m(a-1)+1$	$m+1$	$-[m(a+1)-1]$	1	$ma^2(a-1)+2a-1$	$ma^2(a+1)+2a+1$	$-\frac{1}{2}\{m^2a^3(a-1)+3ma^2-2ma+1\}$	$-\frac{1}{2}\{m^2a^3(a-1)+3ma^2+2ma+1\}$
f_8.	$-[m(a+1)-1]$	$ma-2$	4	-1	$ma^2(a+1)+2a-1$	$-(2ma^3+4a)$	$-\frac{1}{2}\{m^2a^3(a+1)+3ma^2+2ma+1\}$	$m^2a^4+3ma^2+1$
f_9.	4	ma	$-m$	$\frac{ma-1}{2}$	$-(2ma^3+4a)$	$-(m^2a^4+3ma^2+1)$	$m^2a^4+3ma^2+1$	$\frac{1}{2}(m^3a^5+4m^2a^3+3ma)$
f_{10}	$-m$	ma	4	$-2a$	$-(m^2a^4+3ma^2+1)$	$2m^2a^5+8ma^3+6a$	$\frac{1}{2}(m^3a^5+4m^2a^3+3ma)$	$-(m^3a^6+5m^2a^4+6ma^2+1)$

» Ici, où F n'a pas son terme moyen nul,

$$t_1 = \tfrac{1}{2}(\alpha_{10} + \delta_{10}),$$

et c'est par $-m$ qu'il faut diviser γ_{10} pour obtenir u_1. On trouve ainsi les mêmes résultats que par la méthode mixte (p. 870), savoir :

$$t_1 = \tfrac{1}{2}[ma^2(m^2a^4 + 6ma^2 + 9) + 2], \qquad u_1 = \tfrac{1}{2}(m^2a^5 + 4ma^3 + 3a).$$

» α_5, γ_5 ayant pour valeurs respectives $-a$ et $\frac{1}{2}(ma^2 + 1)$, si on les substitue dans les formules (1), celles-ci donnent

$$(2)\quad x = -[at + (ma^2 + 2)u], \qquad y = \tfrac{1}{2}[(ma^2 + 1)t + ma(ma^2 + 3)u]\ldots$$

» On vérifie aisément que ces valeurs, substituées avec leurs signes dans l'équation $-mx^2 + 2ma.xy + 4y^2$, dont la forme est F, la rendent identique ; mais elles ne satisfont pas à l'équation proposée, dont la forme est Φ. Il reste donc à passer des valeurs ci-dessus de x et y à celles, x', y', qui satisfont à Φ. Il faut pour cela employer une transformation telle que

$$x = \alpha x' + \beta y', \qquad y = \gamma x' + \delta y',$$

α, β, γ, δ étant des coefficients indéterminés. Or, puisque F est, par sa première partie, contiguë à Φ, on doit, pour rétrograder de F à Φ, donner à ces coefficients les valeurs

$$^1\alpha = h, \qquad ^1\beta = 1, \qquad ^1\gamma = -1, \qquad ^1\delta = 0,$$

où

$$h = \frac{^1B + B}{A} = \frac{0 + ma}{-m} = -a,$$

ce qui donne

$$x = -ax' + y', \qquad y = -x',$$

et, par suite,

$$x' = -y, \qquad y' = x - ay.$$

Substituant dans ces dernières équations les valeurs de x et y, fournies par (2), il vient enfin, en changeant tous les signes (ce qui est permis ici, où l'on n'a plus affaire qu'à x^2 et y^2),

$$(3)\quad \begin{cases} x' = \frac{1}{2}[(ma^2 + 1)t + ma(ma^2 + 3)u], \\ y' = \frac{1}{2}[a(ma^2 + 3) + (ma^2 + 1)(ma^2 + 4)u]\ldots; \end{cases}$$

ce sont précisément les valeurs trouvées par la méthode mixte; mais il a fallu, pour les obtenir, effectuer un calcul de transformation.

» Je termine par cette remarque que, s'il s'agit d'équations résolubles, où l'on veut trouver les valeurs générales de x et y qui y satisfont, c'est-à-dire les formules (3), et non plus seulement celles de t_1, u_1, t et u; comme il faut, pour les obtenir par la méthode mixte, commencer par calculer la première moitié des coefficients α et tous les coefficients δ, cette méthode n'a plus, à cet égard, autant d'avantages sur l'autre que dans le cas des équations non résolubles où les formules (3) n'existent pas; mais, par compensation, elle n'exige pas les calculs de la transformation finale que l'autre méthode rend indispensables, et la simplicité lui appartient encore, aussi complète que dans l'autre cas. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDROGRAPHIE. — *Les années du grand flot de mars.* Mémoire de M. **Thiébaut**, présenté par M. Hatt. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du prix extraordinaire de six mille francs.)

« Les marées d'équinoxe sont, en général, considérées comme étant les plus fortes de l'année, et, à ce titre, on les utilise pour fixer la ligne de rivage de la mer et délimiter le domaine maritime. En consultant les chiffres publiés par la *Connaissance des Temps* depuis l'origine du siècle, j'ai constaté que les hauteurs relatives, ou coefficients, des marées syzygies varient notablement d'une année à l'autre et que la règle ci-dessus est sujette à quelques exceptions. Il convient donc de choisir certaines années et certaines époques, de préférence à d'autres, pour ne pas s'exposer à compromettre les intérêts du Trésor.

» Le Mémoire que je présente à l'Académie étudie, au point de vue théorique, la loi des variations des coefficients et assigne aux retours du grand flot une période dont la durée est de 9 ans environ, si l'on ne considère qu'un seul équinoxe, ou de 4 ans et demi, si l'on considère indifféremment celui du printemps ou celui d'automne. La cause principale des variations est, en effet, le mouvement du périgée lunaire, dont la révolution se fait en 8 ans et 310 jours environ.

» Au cours de l'analyse très détaillée que j'ai faite de toutes les cir-

constances du phénomène, je signale une période remarquable de 412 jours, au bout de laquelle le Soleil revient au périgée lunaire. Cette période, que j'appelle *année périgéenne*, n'est pas très éloignée, en durée, de deux autres périodes intéressantes, l'une de $413^j,4$, qui est celle de 14 mois lunaires ou synodiques, l'autre de $413^j,3$ ou de 15 mois anomalistiques. Les deux astres et le périgée lunaire se retrouvent donc à peu près dans la même situation relative après une année périgéenne.

» Deux Atlas de planches et un appareil mécanique de démonstration sont joints au Mémoire. »

M. **Ad. Schott** adresse un Mémoire, écrit en allemand, sur la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine, faites à l'observatoire d'Alger* (*équatorial coudé de* $0^m,318$); par MM. **Rambaud** et **F. Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1898.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			m s	° ′ ″	
Mars 23	*a*	9,5	+0. 0,21	+ 1.27,5	18:10
23	*a*	9,5	+0. 2,89	+ 2. 1,6	18:10
Avril 1	*b*	8,0	+0. 8,95	— 7.57,5	18:10
1	*b*	8,0	+0.11,58	— 7.23,9	18:10
4	*c*	6,9	+0.56,34	+11.20,2	9: 6
4	*c*	6,9	+0.57,98	+11.36,2	9: 6

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles de compar.	Ascension droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a	21.31.58,69	+0,40	+20.27.27,2	—5,8	B.B. t. VI, n° 4969.
b	22. 8. 0,18	+0,29	+29.42.19,2	—5,2	Cambr. (Engl.), n° 13277.
c	22.20.24,33	+0,26	+32.16.26,5	—4,8	Armagh, second Catalogue, n° 3019.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1898.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact parallaxe.
	h m s	h m s			
Mars 23....	15.49.43	21.31.59,30	$\bar{1},701_n$	+20°.28'.48",9	0,671
23....	16. 5. 7	21.32. 1,98	$\bar{1},697_n$	+20.29.23,0	0,655
Avril 1....	15.54.54	22. 8. 9,42	$\bar{1},732_n$	+29.34.16,5	0,618
1....	16. 9.41	22. 8.12,05	$\bar{1},728_n$	+29.34.50,1	0,594
4....	16.52. 4	22.21.20,93	$\bar{1},718_n$	+32.27.41,9	0,488
4....	16.58.49	22.21.22,57	$\bar{1},713_n$	+32.27.57,9	0,473

Mars 23. — Diamètre du noyau 16"; ensemble de la nébulosité 3'; l'éclat estimé du noyau est celui d'une étoile de 8e grandeur; angle de position de l'axe de la queue 264°.

Avril 1. — Angle de position de l'axe de la queue 269°.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Expressions des dérivées des fonctions thêta de deux arguments au moyen des carrés des fonctions thêta.* Note de M. **E. Jahnke**, présentée par M. C. Hermite.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de communiquer récemment à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 486-489), j'ai établi, en suivant la méthode due à M. F. Caspary, des systèmes orthogonaux composés avec les dérivées des fonctions thêta de deux arguments. La même méthode m'a conduit à un théorème qui permet de représenter, d'une façon linéaire, les fonctions

$$\mathfrak{f}_{\alpha\beta}^{(2\rho)} = \mathfrak{Q}_{\alpha\beta}(x_1,x_2)\,\mathfrak{Z}_{\alpha\beta}^{(2\rho)}(x_1,x_2) - \binom{2\rho}{1}\mathfrak{Q}'_{\alpha\beta}(x_1,x_2)\,\mathfrak{Z}_{\alpha\beta}^{(2\rho-1)}(x_1,x_2)$$
$$+ \binom{2\rho}{2}\mathfrak{Q}''_{\alpha\beta}(x_1,x_2)\,\mathfrak{Z}_{\alpha\beta}^{(2\rho-2)}(x_1,x_2) - \ldots + \tfrac{1}{2}(-1)^{\rho}\binom{2\rho}{\rho}\mathfrak{Q}_{\alpha\beta}^{(\rho)^2}(x_1,x_2),$$
$$(\rho = 1, 2, 3, \ldots),$$

et tout particulièrement les deuxièmes dérivées logarithmiques des fonctions thêta de deux arguments, au moyen des carrés des fonctions thêta.

» Avant d'établir ce théorème, rappelons d'abord le résultat que les seize fonctions $\mathfrak{f}_{\alpha\beta}^{(2\rho)}$ forment les coefficients d'un système orthogonal, dans l'arrangement suivant :

$$\begin{array}{cccc} \mathfrak{f}_0^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_{01}^{(2\rho)}, & -\mathfrak{f}_{03}^{(2\rho)}, & -\mathfrak{f}_{24}^{(2\rho)}, \\ -\mathfrak{f}_2^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_{12}^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_{23}^{(2\rho)}, & -\mathfrak{f}_{04}^{(2\rho)}, \\ \mathfrak{f}_4^{(2\rho)}, & -\mathfrak{f}_{14}^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_{34}^{(2\rho)}, & -\mathfrak{f}_{02}^{(2\rho)}, \\ \mathfrak{f}_{13}^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_3^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_1^{(2\rho)}, & \mathfrak{f}_5^{(2\rho)} \end{array}$$

(voir *loc. cit.*, théorème II). Si l'on pose $x_1 = x_2 = 0$, ces fonctions prennent les valeurs constantes $C_{\alpha\beta}^{(2\rho)}$, que j'ai indiquées dans la Note citée (voir théorème III). Pour abréger, je désignerai ces systèmes orthogonaux par $(f_{\alpha\beta}^{(2\rho)})$ et $(C_{\alpha\beta}^{(2\rho)})$.

» De plus, représentons par $\Gamma_1\begin{pmatrix}0&0\\0&0\end{pmatrix}$ le système orthogonal $(\vartheta_{\alpha\beta}^2(x_1, x_2))$ découvert par M. F. Caspary et qui découle, d'ailleurs, du système $(f_{\alpha\beta}^{(2\rho)})$ pour $\rho = 0$, et par $\Gamma_2\begin{pmatrix}0&0\\0&0\end{pmatrix}$ le système qui s'en déduit en échangeant les lignes et les colonnes. Si l'on y substitue les caractéristiques $\begin{matrix}0&0\\0&1\end{matrix}, \begin{matrix}0&0\\1&0\end{matrix}, \begin{matrix}0&0\\1&1\end{matrix}$, les systèmes se changeront en

$$\Gamma_\nu\begin{pmatrix}0&0\\0&1\end{pmatrix}, \quad \Gamma_\nu\begin{pmatrix}0&0\\1&0\end{pmatrix}, \quad \Gamma_\nu\begin{pmatrix}0&0\\1&1\end{pmatrix} \qquad (\nu = 1, 2).$$

» Cela posé, je tire de mes recherches le théorème remarquable :

» *Le système* $(C_{\alpha\beta}^{(2\rho)})$, *composé par les systèmes respectifs* $\Gamma_\nu\begin{pmatrix}0&0\\0&0\end{pmatrix}, \Gamma_\nu\begin{pmatrix}0&0\\0&1\end{pmatrix}, \Gamma_\nu\begin{pmatrix}0&0\\1&0\end{pmatrix}, \Gamma_\nu\begin{pmatrix}0&0\\1&1\end{pmatrix}(\nu = 1, 2)$, *fournit deux quadruples de systèmes orthogonaux de la forme*

$$\begin{array}{cccc} A_{1j}, & \pm A_{2j}, & \mp A_{3j}, & \pm A_{4j} \\ \mp A_{2j}, & A_{1j}, & \pm A_{4j}, & \pm A_{3j} \\ \pm A_{3j}, & \mp A_{4j}, & A_{1j}, & \pm A_{2j} \\ \mp A_{4j}, & \mp A_{3j}, & \mp A_{2j}, & A_{1j} \end{array} \qquad \begin{pmatrix} j = 1, 2, 3, 4 \\ \nu = 1, 2 \end{pmatrix}$$

qui remplissent identiquement *les conditions d'orthogonalité. Les deux signes correspondent aux deux quadruples respectifs.*

» *D'un autre côté, les coefficients* $A_{ij}(i, j = 1, 2, 3, 4)$ *coïncident avec les coefficients homologues* $c_5^2 f_{\alpha\beta}^{(2\rho)}$.

» *Ainsi on obtient huit différentes expressions des seize coefficients du système* $(f_\beta^{(2\rho)})$ *au moyen des carrés des fonctions thêta.*

» Pour $\rho = 1$, le système $(f_{\alpha\beta}^{(2\rho)})$ prend la forme

$$(\vartheta_{\alpha\beta}^2(x_1, x_2)\, d^2 \log \vartheta_{\alpha\beta}^2(x_1, x_2)),$$

et le système $(C_{\alpha\beta}^{(2\rho)})$ la forme

$$(c_{\alpha\beta} c''_{\alpha\beta} + c'^2_{\alpha\beta}).$$

» Dans ce cas particulier, je vais communiquer les expressions des

coefficients A_{11}, A_{41}, on a alors :

$$
\begin{aligned}
&c_0\,c_0'\,\vartheta_0^2(x)+c_{01}c_{01}''\vartheta_{01}^2(x)+c_{03}c_{03}''\vartheta_{03}^2(x)+c_{24}'^2\vartheta_{24}^2(x)=c_5^2\vartheta_5^2(x)\,d^2\log\vartheta_5(x),\\
&c_2\,c_2''\,\vartheta_2^2(x)+c_{12}c_{12}''\vartheta_{12}^2(x)+c_{23}c_{23}''\vartheta_{23}^2(x)+c_{04}'^2\vartheta_{04}^2(x)=c_5^2\vartheta_5^2(x)\,d^2\log\vartheta_5(x),\\
&c_4\,c_4''\,\vartheta_4^2(x)+c_{14}c_{14}''\vartheta_{14}^2(x)+c_{34}c_{34}''\vartheta_{34}^2(x)+c_{02}'^2\vartheta_{02}^2(x)=c_5^2\vartheta_5^2(x)\,d^2\log\vartheta_5(x),\\
&c_{13}'^2\vartheta_{13}^2(x)+c_3'^2\vartheta_3^2(x)+c_1'^2\vartheta_1^2(x)+c_5c_5''\vartheta_5^2(x)=c_5^2\vartheta_5^2(x)\,d^2\log\vartheta_5(x),\\
&c_0\,c_0''\,\vartheta_0^2(x)+c_2\,c_2''\,\vartheta_2^2(x)+c_4\,c_4''\,\vartheta_4^2(x)+c_{13}'^2\vartheta_{13}^2(x)=c_5^2\vartheta_5^2(x)\,d^2\log\vartheta_5(x),\\
&c_{01}c_{01}''\vartheta_{01}^2(x)+c_{12}c_{12}''\vartheta_{12}^2(x)+c_{14}c_{14}''\vartheta_{14}^2(x)+c_3'^2\vartheta_3^2(x)=c_5^2\vartheta_5^2(x)\,d^2\log\vartheta_5(x),\\
&c_{03}c_{03}''\vartheta_{03}^2(x)+c_{23}c_{23}''\vartheta_{23}^2(x)+c_{34}c_{34}''\vartheta_{34}^2(x)+c_1'^2\vartheta_1^2(x)=c_5^2\vartheta_5^2(x)\,d^2\log\vartheta_5(x),\\
&c_{24}'^2\vartheta_{24}^2(x)+c_{04}'^2\vartheta_{04}^2(x)+c_{02}'^2\vartheta_{02}^2(x)+c_5c_5''\vartheta_5^2(x)=c_5^2\vartheta_5^2(x)\,d^2\log\vartheta_5(x);\\
&c_0\,c_0''\,\vartheta_{13}^2(x)+c_{01}c_{01}''\vartheta_3^2(x)-c_{03}c_{03}''\vartheta_1^2(x)-c_{24}'^2\vartheta_5^2(x)=c_5^2\vartheta_{13}^2(x)\,d^2\log\vartheta_{13}(x),\\
&-c_2\,c_2''\,\vartheta_4^2(x)-c_{12}c_{12}''\vartheta_{14}^2(x)+c_{23}c_{23}''\vartheta_{34}^2(x)-c_{04}'^2\vartheta_{02}^2(x)=c_5^2\vartheta_{13}^2(x)\,d^2\log\vartheta_{13}(x),\\
&-c_4\,c_4''\,\vartheta_2^2(x)-c_{14}c_{14}''\vartheta_{12}^2(x)+c_{34}c_{34}''\vartheta_{23}^2(x)+c_{02}'^2\vartheta_{04}^2(x)=c_5^2\vartheta_{13}^2(x)\,d^2\log\vartheta_{13}(x),\\
&c_{13}'^2\vartheta_0^2(x)+c_3'^2\vartheta_{01}^2(x)-c_1'^2\vartheta_{03}^2(x)-c_5c_5''\vartheta_{24}^2(x)=c_5^2\vartheta_{13}^2(x)\,d^2\log\vartheta_{13}(x),\\
&-c_0\,c_0''\,\vartheta_{24}^2(x)+c_2\,c_2''\,\vartheta_{04}^2(x)-c_4\,c_4''\,\vartheta_{02}^2(x)+c_{13}'^2\vartheta_5^2(x)=c_5^2\vartheta_{13}^2(x)\,d^2\log\vartheta_{13}(x),\\
&-c_{01}c_{01}''\vartheta_{03}^2(x)+c_{12}c_{12}''\vartheta_{23}^2(x)-c_{14}c_{14}''\vartheta_{34}^2(x)+c_3'^2\vartheta_1^2(x)=c_5^2\vartheta_{13}^2(x)\,d^2\log\vartheta_{13}(x),\\
&-c_{03}c_{03}''\vartheta_{01}^2(x)+c_{23}c_{23}''\vartheta_{12}^2(x)-c_{34}c_{34}''\vartheta_{14}^2(x)+c_1'^2\vartheta_3^2(x)=c_5^2\vartheta_{13}^2(x)\,d^2\log\vartheta_{13}(x),\\
&-c_{24}'^2\vartheta_0^2(x)+c_{04}'^2\vartheta_2^2(x)-c_{02}'^2\vartheta_4^2(x)+c_5c_5''\vartheta_{13}^2(x)=c_5^2\vartheta_{13}^2(x)\,d^2\log\vartheta_{13}(x),
\end{aligned}
$$

où

$$\vartheta(x)=\vartheta(x_1,x_2).$$

» La quatrième expression du coefficient $c_5^2\vartheta_5^2(x)\,d^2\log\vartheta_5(x)$ contient les formules importantes dues à M. Königsberger (voir *Journal f. d. reine u. angew. Math.*, t. LXV, p. 342).

» De ce théorème découlent encore, comme cas particuliers, de nombreuses formules découvertes par MM. M. Krause (voir *Die Transformation der hyperelliptischen Functionen erster Ordnung*, B. G. Teubner, Leipzig), Pascal (voir *Ann. di Mat.*, t. XXIV) et Bertolani (voir *Batt. Giorn.*, t. XXXIII et XXXIV). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce*. Note de M. **M. Krause**, présentée par M. Picard (¹).

« Je choisis comme fonctions fondamentales les grandeurs

$$(1)\qquad \varphi_r(u_1,u_2)=\frac{\vartheta_0\vartheta_r(v_1+a_1,\,v_2+a_2)}{\vartheta_0(a_1,a_2)\,\vartheta_0(v_1,v_2)}\,e^{-\sum\frac{\partial\log\vartheta_0(a_1,a_2)}{\partial\alpha_\varepsilon}u_\varepsilon},\qquad \begin{matrix} r:0,1,3,24,\\ \varepsilon:1,2,\end{matrix}$$

dans lesquelles les arguments des fonctions ϑ seront désignés par v_1, v_2, a_1, a_2 et les arguments des fonctions hyperelliptiques par u_1, u_2, α_1, α_2. On peut établir des systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les quatre fonctions $\varphi_r(u)$ et d'autres auxquels satisfait chacune d'elles, par exemple $\varphi_1(u)$.

» I. Pour la première catégorie je choisis d'abord le système

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial x_0}{\partial u_1}=-y_1x_1-y_{24}x_{24},\\ \dfrac{\partial x_1}{\partial u_1}=-y_1x_0+\dfrac{\partial\log\dfrac{\vartheta_1(a)}{\vartheta_0(a)}}{\partial\alpha_1}x_1-y_{24}x_3,\\ \dfrac{\partial x_3}{\partial u_1}=\quad y_{24}x_1+\dfrac{\partial\log\dfrac{\vartheta_3(a)}{\vartheta_0(a)}}{\partial\alpha_1}x_3-y_1x_{24},\\ \dfrac{\partial x_{24}}{\partial u_1}=-y_{24}x_0-y_1x_3+\dfrac{\partial\log\dfrac{\vartheta_{24}(a)}{\vartheta_0(a)}}{\partial\alpha_1}x_{24}. \end{cases}$$

» Ici on a posé :

$$(3)\qquad x_r=\vartheta_r(a)\,\varphi_r(u),\qquad y_s=\frac{\theta'_s(u_1)_0}{\vartheta_0}\,\frac{\vartheta_s(v)}{\vartheta_0(v)},\qquad s:1,24.$$

» Il s'ensuit un système semblable, si l'on différentie par rapport à u_2 au lieu de u_1.

» En outre, il existe des systèmes d'équations différentielles de second ordre. Je recommande à l'attention trois d'entre eux, dont toujours une

(¹) Cette Note a été présentée dans la séance du 4 avril.

équation s'exprime ainsi

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial^2 x_1}{\partial u_1^2} = x_1(c + 2y_1^2 - 2y_{21}^2) - 2x_3 y_{24} \dfrac{\partial \log \dfrac{\vartheta_3(a)}{\vartheta_0(a)}}{\partial x_1}, \\ \dfrac{\partial^2 x_1}{\partial u_1 \partial u_2} = x_1(c' + 2k^2 y_1^2) - x_3 y_{24} \dfrac{\partial \log \dfrac{\vartheta_3(a)}{\vartheta_0(a)}}{\partial x_2} + x_{24} y_3 \dfrac{\partial \log \dfrac{\vartheta_{24}(a)}{\vartheta_0(a)}}{\partial x_1}, \\ \dfrac{\partial^2 x_1}{\partial u_2^2} = x_1(c'' + 2k_4 y_1^2 + 2y_3^2) + 2x_{24} y_3 \dfrac{\partial \log \dfrac{\vartheta_{24}(a)}{\vartheta_0(a)}}{\partial x_2}. \end{cases}$$

Ici l'on pose

$$y_3 = \frac{\theta_3'(u_2)_0}{\vartheta_0} \frac{\vartheta_3(v)}{\vartheta_0(v)}.$$

Ce système montre quelques analogies avec l'*équation différentielle de Lamé* au cas des fonctions elliptiques.

» II. Les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfait la fonction $\varphi_1(u)$ seule sont plus importants. Je prends d'abord un système de deux équations différentielles de premier ordre.

» Si l'on pose

$$(5)_a \qquad F(v, a) = \frac{\vartheta_1(v+a)\vartheta_1(v-a)}{\vartheta_0^2(v)},$$

ou aussi

$$(5)_b \qquad F(v, a) = -\frac{\vartheta_1^2(a)}{\vartheta_0^2(a)} + \frac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)} - \frac{\vartheta_{21}^2(a)}{\vartheta_0^2(a)} \frac{\vartheta_3^2(v)}{\vartheta_0^2(v)} + \frac{\vartheta_3^2(a)}{\vartheta_0^2(a)} \frac{\vartheta_{24}^2(v)}{\vartheta_0^2(v)},$$

le système s'exprime ainsi

$$(6)\qquad 2F(v, a)\frac{\partial \varphi_1}{\partial u_\varepsilon} = \varphi_1\left(\frac{\partial F}{\partial u_\varepsilon} + \frac{\partial F}{\partial x_\varepsilon}\right) \qquad \varepsilon : 1, 2;$$

il est donc d'une grande symétrie et simplicité.

» Quant aux équations différentielles de second ordre, la difficulté consiste à former des expressions différentielles qu'on peut représenter sous la forme de

$$\varphi_1 M;$$

ici M est une *fonction* hyperelliptique qui peut s'exprimer a l'aide des fonctions ϑ. La détermination de M ne présentant aucune difficulté, j'ai attaché l'importance principale à la formation d'expressions différentielles dudit genre. Le nombre en est très grand. Si l'on n'admet dans les coefficients

que de telles fonctions qui deviennent infiniment grandes pour les zéros de $\vartheta_0(v)$ seuls et si l'on suppose que les coefficients des grandeurs

$$\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1^2}, \qquad \frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1\,\partial u_2}, \qquad \frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_2^2}$$

soient constants, trois simples et importantes équations, auxquelles on pourrait réduire toutes les autres, s'expriment ainsi

$$(7)\quad \vartheta_3(a)\,\partial\frac{\vartheta_3(a)}{\vartheta_0(a)}\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1^2} + 2k\frac{\vartheta_1(a)\vartheta_3(a)\vartheta_{24}(a)}{\vartheta_0^2(a)}\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1\partial u_2} + \frac{\vartheta_{34}^2}{\vartheta_2^2}\vartheta_{24}(a)\,\partial\frac{\vartheta_{24}(a)}{\vartheta_0(a)}\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_2^2} = \varphi_1 M_1,$$

$$(8)\quad k\lambda\mu\,\vartheta_3^2(a)\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1^2} - \vartheta_{24}^2(a)\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_2^2} + \frac{2\lambda\mu\,\vartheta_1(a)\,\vartheta_3(a)\,\vartheta_{24}(a)}{\vartheta_0(a)}\left(k^2\frac{\partial\varphi_1}{\partial u_1} - \frac{\partial\varphi_1}{\partial u_2}\right) = \varphi_1 M_2,$$

$$(9)\quad -\vartheta_1(a)\vartheta_5(a)\vartheta_0(a)\vartheta_{01}(a)\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1^2} + \mu\,\vartheta_{24}^2(a)\left[f_1(v)\frac{\partial\varphi_1}{\partial u_1} + f_2(v)\frac{\partial\varphi_1}{\partial u_2}\right] = \varphi_1 M_3.$$

» **Ici on a posé**

$$\vartheta_0^2(v)f_1(v) = \vartheta_1^2(a)\vartheta_{03}^2(v) + c\,\vartheta_5^2(a)\vartheta_{24}^2(v),$$
$$\mu^2\vartheta_0^2(v)f_2(v) = -\vartheta_0^2(a)\vartheta_{13}^2(v) + \vartheta_5^2(a)\vartheta_{24}^2(v),$$
$$-\vartheta_2\vartheta_4\vartheta_5(a)\vartheta_{24}(a)\varkappa = \vartheta_{12}\vartheta_{14}\vartheta_{03}(a)\vartheta_1(a) + \vartheta_{34}\vartheta_{23}\vartheta_3(a)\vartheta_{01}(a).$$

» Avec cela les grandeurs $\vartheta_0^2(v)M_1$, $\vartheta_0^2(v)M_2$, resp. $\vartheta_0^3(v)M_3$ sont des fonctions thêta de la caractéristique zéro et de second resp. troisième ordre. M_1 peut s'écrire

$$(10)\quad M_1 = c_1 + 2c_2\,y_1^2 + 2\frac{\vartheta_{34}^2}{\vartheta_2^2}y_3^2\,\vartheta_{24}(a)\,\partial\frac{\vartheta_{24}(a)}{\vartheta_0(a)} - 2y_{24}^2\,\vartheta_3(a)\,\partial\frac{\vartheta_3(a)}{\vartheta_0(a)},$$

tandis que pour M_2 s'obtient la valeur

$$(11)\quad \begin{cases} M_2 = c_1' + 2k^2\left[\dfrac{\vartheta_2^2}{\vartheta_{34}^2}\vartheta_3^2(a) - k^2\vartheta_{24}^2(a)\right]y_1^2 \\ \qquad\qquad - 2\vartheta_{24}^2(a)\,y_3^2 - 2k\lambda\mu\,\vartheta_3^2(a)y_{24}^2. \end{cases}$$

» Les valeurs de c_1, c_1' resp. c_2 seront déterminées si l'on pose

$$v_1 = v_2 = 0 \qquad \text{resp.} \qquad v_1 = \frac{\tau_{11}+\tau_{12}}{2}, \qquad v_2 = \frac{\tau_{12}+\tau_{22}}{2}.$$

» Les équations que je viens d'établir appartiennent à la catégorie des équations sur lesquelles M. Appell et M. Picard ont appelé l'attention dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* (21 mars 1881). »

MÉCANIQUE. — *Sur les équations de la théorie de l'élasticité.* Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat**, présentée par M. Émile Picard.

« Les problèmes les plus simples de la théorie de l'élasticité consistent à déterminer trois intégrales du système connu

$$(1)\qquad \Delta_2 u + \xi \frac{\partial \theta}{\partial x} = 0, \qquad \Delta_2 v + \xi \frac{\partial \theta}{\partial y} = 0, \qquad \Delta_2 w + \xi \frac{\partial \theta}{\partial z} = 0,$$

remplissant les conditions de continuité fondamentales et vérifiant à la frontière d'un domaine donné des conditions qui peuvent être très variées. Les recherches des géomètres italiens, en particulier les remarquables travaux de Betti et de M. Somigliana, ont révélé l'analogie étroite qui existe entre ce système et l'équation de Laplace. Nous avons cherché à avancer dans la voie ainsi ouverte et voici le point de vue auquel nous nous sommes placés. Pour fixer les idées, supposons que u, v, w prennent à la frontière des valeurs données. Si, comme l'ont fait MM. Picard et Poincaré pour des problèmes plus simples, nous envisageons ξ comme un paramètre, qui peut, d'ailleurs, être complexe, u, v, w seront des fonctions de ξ. *Nous nous sommes proposé de faire l'étude approfondie de ces fonctions de* ξ. En posant ainsi la question, on embrasse tous les travaux auxquels elle a déjà donné lieu ; en particulier les recherches intéressantes de M. Lauricella ne constituent au fond qu'un premier procédé pour former ces fonctions dans le voisinage de $\xi = 0$. Mais une lacune se présente au point de départ même de M. Lauricella : l'existence unique de la solution du problème considéré n'a été, en effet, établie par Betti que pour $\xi > \frac{1}{3}$; cette lacune doit tout d'abord être comblée.

» Dans un Mémoire de Borchardt, publié en 1873, se trouve un résultat curieux de calcul qui a été rappelé par M. Cesàro et que l'on peut expliquer et généraliser en le rattachant à une idée générale qui a déjà inspiré M. Picard. Le système (1) ayant son origine dans un problème du calcul des variations, cherchons une fonction σ qui soit une forme quadratique par rapport aux dérivées premières de u, v, w, avec des coefficients fonctions de x, y, z et telle que la méthode des variations appliquée à l'intégrale $\iiint \sigma \, dx\, dy\, dz$ conduise aux équations (1). Le problème est indéterminé et l'on a la solution intéressante

$$\sigma = \xi\theta^2 + 2X\frac{D(v,w)}{D(y,z)} + 2Y\frac{D(w,u)}{D(z,x)} + 2Z\frac{D(u,v)}{D(x,y)} + \Delta_1 u + \Delta_1 v + \Delta_1 w,$$

où X, Y, Z sont trois fonctions arbitraires ne dépendant respectivement que de x, y, z. Cette indétermination de la fonction σ est importante et nous a conduits, entre autres résultats, à une modification précieuse des formules de Betti et de M. Somigliana. Faisons $X = Y = Z = 1$, nous retrouvons l'expression de Borchardt et nous en déduisons que si u, v, w vérifient les équations (1), ainsi que les conditions de continuité fondamentales dans un domaine clos à la frontière duquel ces fonctions s'annulent et ont des dérivées premières continues, on a

$$\iiint [4(\tau_1^2 + \tau_2^2 + \tau_3^2) + (\xi + 1)\theta^2]\, dx\, dy\, dz = 0,$$

où τ_1, τ_2, τ_3 sont les composantes de la rotation; on voit que si $\xi + 1$ est positif, u, v, w sont des fonctions harmoniques qui, étant nulles à la frontière, sont identiquement nulles.

» Le cas où $\xi + 1 = 0$ doit attirer l'attention. Le système (1) acquiert alors un degré de généralité exceptionnel, et il est clair que, dans ce cas, il existe normalement des intégrales s'annulant à la frontière d'un domaine clos; on peut faire disparaître cette singularité en *assujettissant* u, v, w *à annuler* $\Delta_2\theta$ *et à avoir des dérivées troisièmes continues dans le domaine;* ces conditions supplémentaires sont vérifiées d'elles-mêmes pour les valeurs de ξ différentes de -1, et permettent d'étendre à la valeur -1 la proposition sur l'existence unique.

» Pour indiquer nettement le but que nous nous sommes efforcés d'atteindre à l'égard des fonctions de ξ, nous prendrons un exemple simple. Le problème de la sphère résolu d'abord par Lamé, lorsque les efforts sur la surface sont imposés, a été repris par Lord Kelvin qui a traité aussi le cas où les déplacements sont donnés à la frontière; le même problème a fait ensuite l'objet des recherches de Borchardt et de MM. Cerruti, Somigliana, Marcolongo, et enfin, les travaux de MM. Fontaneau et Almansi ont conduit à une solution particulièrement élégante qui, néanmoins, ne diffère pas essentiellement de celle de Lord Kelvin. On peut présenter cette dernière de la manière suivante : soient u_0, v_0, w_0 des fonctions harmoniques prenant les valeurs données pour u, v, w à la frontière d'une sphère de rayon a ayant pour centre l'origine; formons le développement de $\frac{\partial u_0}{\partial x} + \frac{\partial v_0}{\partial y} + \frac{\partial w_0}{\partial z}$ en série de polynomes sphériques F_i; définissons des nombres k_i et des polynomes U_i par les formules

$$k_i = -\frac{2i+1}{i}, \qquad U_i = \frac{1}{2(2i+1)}(x^2 + y^2 + z^2 - a^2)\frac{\partial F_i}{\partial x},$$

puis deux autres séries de polynomes V_i, W_i se déduisant des U_i par per-

mutation circulaire de x, y, z; on a

$$u = u_0 + \xi \sum_{i=1}^{i=\infty} \frac{k_i U_i}{\xi - k_i} \qquad (2)$$

et des formules analogues pour v, w, en remplaçant u_0, U_i, par v_0, V_i, puis par w_0, W_i. Ces formules mettent en évidence que u, v, w sont des fonctions uniformes de ξ admettant les mêmes points critiques, savoir le point singulier essentiel -2 et les pôles simples $k_1, k_2, \ldots$: les résidus du pôle k_i sont les fonctions $k_i^2 U_i$, $k_i^2 V_i$, $k_i^2 W_i$ *qui jouissent de la propriété de s'annuler à la frontière et de vérifier les équations* (1) *où l'on fait* $\xi = k_i$.

» On peut d'ailleurs exprimer autrement les résultats précédents. G désignant la fonction de Green, il existe, pour la sphère, des fonctions harmoniques F_i (qui ne sont autres que les polynomes sphériques) vérifiant l'équation fonctionnelle

$$4\pi F_i(x, y, z) = k_i \int\int\int \left(\frac{\partial G}{\partial x}\frac{\partial F_i}{\partial x'} + \frac{\partial G}{\partial y}\frac{\partial F_i}{\partial y'} + \frac{\partial G}{\partial z}\frac{\partial F_i}{\partial z'} \right) dx'\, dy'\, dz',$$

laquelle entraîne les relations $\int\int\int F_i F_k\, dx\, dy\, dz = 0$ $(i \neq k)$; si l'on détermine des fonctions U_i, V_i, W_i s'annulant à la frontière et dont les paramètres différentiels du second ordre soient égaux respectivement aux dérivées premières de F_i, ces fonctions vérifieront les équations (1) où $\xi = k_i$ et donneront lieu aux formules telles que (2).

» Ces résultats ont une certaine analogie avec ceux rencontrés par MM. Picard et Poincaré; mais une particularité se présente qui tient à *l'existence du point singulier essentiel* -2. On connaît l'objection faite à la démonstration du principe de Dirichlet donnée par Riemann, objection qui n'atteint pas le résultat final. Ici elle a plus de portée. Si nous considérons l'intégrale $\int\int\int (\Delta_1 u + \Delta_1 v + \Delta_1 w)\, dx\, dy\, dz$, où les fonctions u, v, w s'annulent à la frontière, satisfont aux conditions de continuité fondamentales et sont telles que $\int\int\int \theta^2\, dx\, dy\, dz = 1$, elle a un minimum 1 qu'elle atteint; si l'on adjoint les conditions supplémentaires indiquées plus haut, parmi lesquelles se trouve $\Delta_2 \theta = 0$, cette fois, *le minimum n'est pas atteint*.

» Nous avons cherché à voir dans quelle mesure tout ce qui précède s'étend au cas général; l'application des raisonnements employés dans ces derniers temps par MM. Picard et Poincaré et par M. Le Roy offre des difficultés intéressantes qui nous ont conduits à reprendre l'étude des méthodes, analogues à celle de Neumann, proposées par M. Lauricella et par M. Poincaré. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le passage des ondes électriques, d'un conducteur à un autre* (1). Note de M. **C. Gutton**, présentée par M. Poincaré.

« Lorsque des ondes électriques, se propageant le long d'un fil rectiligne, arrivent à l'extrémité de ce fil, elles se réfléchissent; si, dans le prolongement, on tend un second fil de façon que les extrémités en regard soient peu éloignées, l'onde passe en partie à la surface de ce second fil et continue à s'y propager. Si l'on augmente les surfaces en regard des deux conducteurs, l'onde transmise au fil secondaire est plus intense. On peut, par exemple, souder à l'extrémité de l'un des fils un bout de tube en laiton, suivant l'axe duquel pénètre l'autre. J'ai reconnu par une méthode d'interférence que, dans ces conditions, le passage de l'onde d'un fil à l'autre n'était accompagné d'aucun changement de phase. On peut souder le tube, soit au fil secondaire (*fig.* 1), soit au fil primaire (*fig.* 2). J'ai varié l'expérience en me servant, pour transmettre l'onde, de petites bouteilles de Leyde. Quelle que soit leur capacité électrostatique, l'onde était transmise sans changement de phase.

» On peut se faire une idée des formes que doivent prendre les lignes de force électrique dans la région où l'onde passe d'un conducteur sur l'autre. Une onde le long du fil primaire est constituée par un système de lignes de force électrique, rectilignes, normales au fil, dont l'une des extrémités se propage sur le fil et l'autre sur les parois d'une très grande chambre métallique que, pour plus de simplicité, je supposerai entourer le fil. Vers l'extrémité du fil primaire, ces lignes de force se déforment, tout en restant astreintes à aboutir normalement aux surfaces conductrices. Une onde prendra naissance le long du conducteur secondaire, et, à une certaine distance de son extrémité, les lignes de force redeviendront rectilignes comme celles de l'onde primaire.

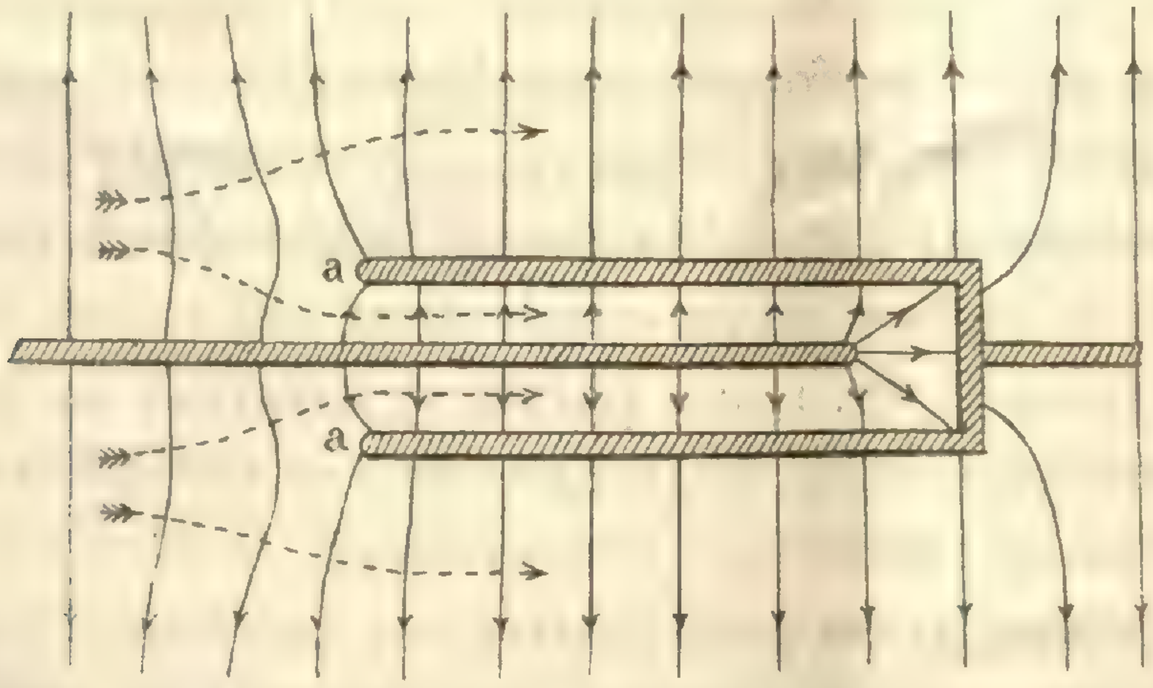
» Les figures montrent cette déformation des lignes de force. Les ondes se propagent de gauche à droite et passent du conducteur primaire au conducteur secondaire par l'intermédiaire d'un tube et d'un fil intérieur. Les figures sont tracées au moment du passage d'un maximum d'une onde de grande longueur.

---

(1) Travail exécuté au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

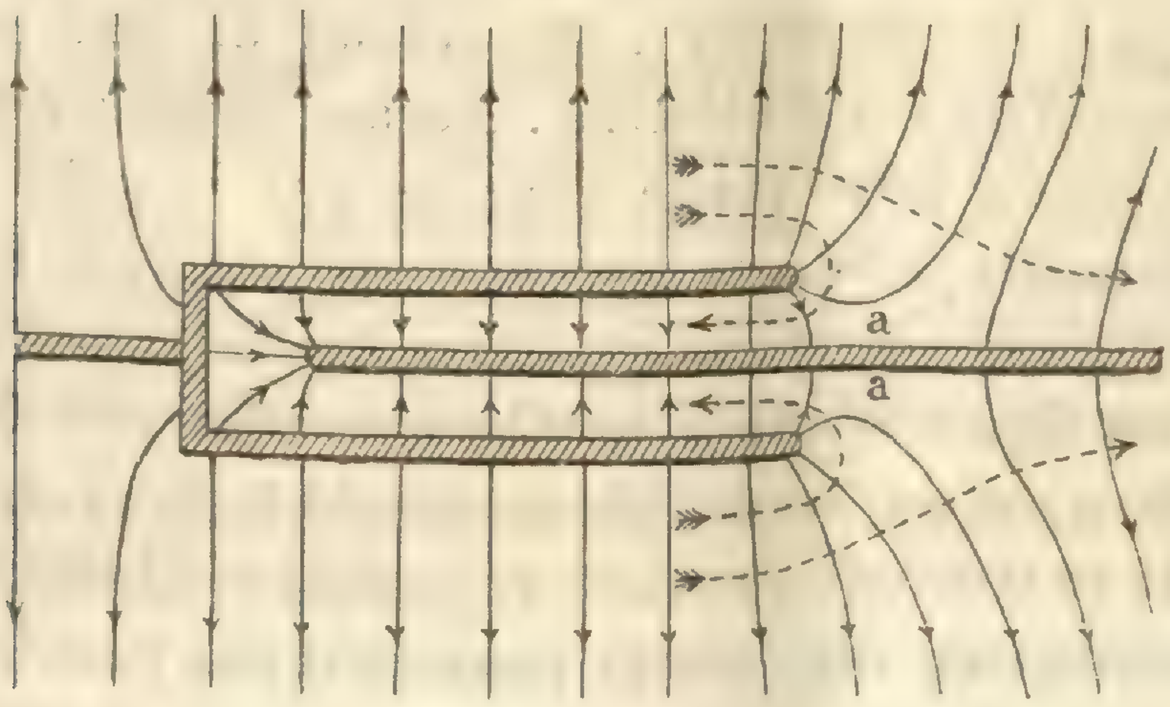
» Comme l'observation montre que l'onde est transmise sans changement de phase, il faut que, de part et d'autre de la région où cette onde passe d'un fil sur l'autre, les lignes de force soient dirigées dans le même sens, car si leur sens était renversé, le passage de l'onde s'effectuerait avec un changement de phase d'une demi-période.

Fig. 1.



» Une ligne de force ne peut finir brusquement dans le milieu diélectrique. Il en résulte que, si l'une des extrémités se propage sur un conducteur, elle ne peut le quitter tout à coup. Les extrémités des lignes de force qui se propagent sur les parois de la chambre ne peuvent donc les quitter; celles qui se propagent à la surface du conducteur primaire y res-

Fig. 2.



teront aussi sans pouvoir sauter à la surface du conducteur secondaire. La formation de l'onde secondaire s'explique alors par le tracé suivant : il y a dans le champ des régions (a) où la force électrique tend à devenir tangente à la surface du conducteur secondaire. Cette condition ne pouvant être réalisée, les lignes de force se coupent en deux parties normales à la

surface. L'un des deux systèmes de lignes de force ainsi formés constitue l'onde secondaire; l'autre, l'onde réfléchie à l'extrémité du conducteur primaire.

» Les lignes de force magnétique coupent normalement le plan de la figure, les trajectoires orthogonales des lignes de force électrique dans ce plan sont, d'après le théorème de Poynting, les lignes suivant lesquelles se propage l'énergie. Dans la région (a), ces lignes se divisent en deux faisceaux correspondant aux ondes réfléchies et transmises.

» Les figures montrent que, de part et d'autre de la région (a), la force électrique à la surface du conducteur secondaire a des directions opposées. Il y aura donc à la surface de ce conducteur des points où la force électrique est nulle. Dans la *fig.* 1, ces points se trouvent au bord de l'orifice du tube extérieur; dans la *fig.* 2, ils se trouvent sur le fil intérieur un peu au delà de sa sortie du tube.

» Dans ce second cas, on peut mettre en évidence l'existence de ces points de la manière suivante : les étincelles que l'on peut tirer du conducteur en approchant une petite pointe isolée, tenue normalement à sa surface, doivent être plus courtes aux points où la force électrique est nulle au moment du passage du maximum de l'onde. Les ondes étaient transmises au moyen d'un gros tube de laiton de $0^m,07$ de diamètre et de $0^m,50$ de long suivant l'axe duquel était disposée une tige de $0^m,02$ de diamètre reliée au fil secondaire. Je place sur cette tige un fragment de lame de laiton recourbée cylindriquement et s'appliquant bien sur la surface de la tige, de façon à se substituer à elle comme un plan d'épreuve se substitue à la surface d'un corps électrisé. Normalement à cette lame est fixée une pointe de laiton assez petite pour ne pas modifier sensiblement le champ. Des étincelles jaillissent entre cette pointe et la lame. Si l'on promène l'appareil le long de la tige ces étincelles s'éteignent dans une région située un peu au delà de l'orifice du tube et se rallument de part et d'autre.

» Ce procédé n'est pas applicable au cas de la *fig.* 1, les points de force électrique nulle se trouvant dans une région du conducteur où la courbure de sa surface varie trop rapidement pour qu'il soit possible de déplacer la petite lame de métal en la maintenant constamment appliquée sur cette surface. Je me suis alors servi pour explorer le champ d'une petite boule de verre de $0^m,01$ de diamètre où était fait le vide de Geissler et qui s'illuminait sous l'action des ondes. On peut constater qu'en la déplaçant à la surface des conducteurs cette illumination disparaît dans les régions où les figures font prévoir des points de force électrique nulle.

» Si, au lieu de se servir pour transmettre les ondes d'un tube et d'un fil intérieur, on relie les extrémités des fils au centre de deux plateaux circulaires, dont les plans sont parallèles et normaux à la direction des fils, on constate que l'onde est transmise avec un retard sensiblement égal au diamètre des plateaux. Ce résultat s'explique si l'on considère que l'énergie qui se propage près du fil primaire doit, pour rejoindre le fil secondaire, contourner les plaques par leurs bords. Ce retard est dû, non à un phénomène physique spécial, mais à la forme géométrique des conducteurs. Si, en effet, on applique les deux plateaux l'un contre l'autre, ce retard persiste quoique la discontinuité du conducteur disparaisse. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les propriétés thermiques des fluides saturés*. Note de M. E. MATHIAS (1), présentée par M. G. Lippmann.

« 1. Soit un poids, égal à 1gr, d'une vapeur saturée sèche; la théorie montre que (2) pour une variation dv du volume, la variation *adiabatique* dx du titre est donnée par

$$\frac{dv}{dx} = u' - u - \frac{L}{m'}\frac{du'}{d\theta}, \qquad (1)$$

m' étant la chaleur spécifique de la vapeur saturée à θ°, L la chaleur de vaporisation, u' et u les volumes spécifiques de la vapeur saturée et du liquide saturé à la même température.

» Pour les températures extérieures aux points d'inversion de m' ($m' < 0$), le signe du second membre de l'équation (1) n'est pas apparent, celui-ci se présentant sous la forme d'une différence. Les expériences calorimétriques que j'ai faites sur l'acide sulfureux permettent de montrer que, conformément aux conclusions de Clausius, $\frac{dv}{dx}$ est toujours du signe de m', d'où il suit que *la détente adiabatique d'une vapeur saturée produit toujours un abaissement de température*.

» 2. La théorie des propriétés thermiques des fluides saturés ne peut être faite qu'à la faveur d'une hypothèse sur une chaleur spécifique. Celle de M. Raveau (3), qui conduit à des conséquences que j'ai vérifiées, sup-

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Toulouse.
(2) Voir LIPPMANN, *Thermodynamique*, p. 174.
(3) C. RAVEAU, *Journ. de Phys.*, 3e série, t. I, p. 461; 1892.

pose que la chaleur spécifique *à volume constant* des fluides saturés reste finie même à la température critique. Mes expériences sur l'acide sulfureux permettent de démontrer directement l'exactitude de cette hypothèse.

» La chaleur spécifique à volume constant d'un mélange de liquide et de vapeur saturée de titre x et de poids égal à 1^{gr} est donnée par

$$C_x = xC_1 + (1-x)C_0; \tag{2}$$

C_1 et C_0 sont ce que devient C_x quand on fait $x = 1$ et $x = 0$; s'ils restent finis toujours, il en sera de même de C_x. Ces quantités sont données par les équations

$$C_0 = m - l\frac{du}{d\theta}, \qquad C_1 = m' - l\frac{du'}{d\theta}, \qquad l = \frac{L}{u' - u}, \tag{3}$$

m désignant la chaleur spécifique du liquide saturé à θ.

» Le calcul montre que C_0 est positif, plus petit que m et va constamment en croissant jusqu'à la température critique. C_1 est toujours positif comme C_0, mais prend aux basses températures des valeurs très élevées qui décroissent quand la température s'élève, passant par un minimum vers 75°, suivi d'un maximum vers 110°. A partir de ce maximum, C_1 décroît constamment jusqu'à la température critique.

» *Les courbes* $C_1 = f(\theta)$ *et* $C_0 = \varphi(\theta)$ *se raccordent à la température critique suivant une tangente parallèle à l'axe des ordonnées, la limite commune de* C_1 *et* C_0 *étant finie et positive.*

» Les courbes à titre constant $C_x = \psi(\theta)$ sont telles que, pour une valeur fixe de θ, leurs tangentes soient concourantes. Toutes ces courbes admettent, à la température critique, la même tangente commune sauf une qui coupe toutes les autres sous un angle fini et qui est vraisemblablement celle de titre 0,5.

» La chaleur spécifique *à titre constant* d'un mélange saturé de titre x, qui est définie par

$$\mu_x = xm' + (1-x)m,$$

jouit de propriétés tout à fait analogues à celles de C_x.

» 3. Si l'on considère la *courbe de saturation* dans le plan des pv et une adiabatique *intérieure*, le coefficient angulaire de cette adiabatique est toujours négatif, la pression diminuant quand le volume augmente. On a, en effet,

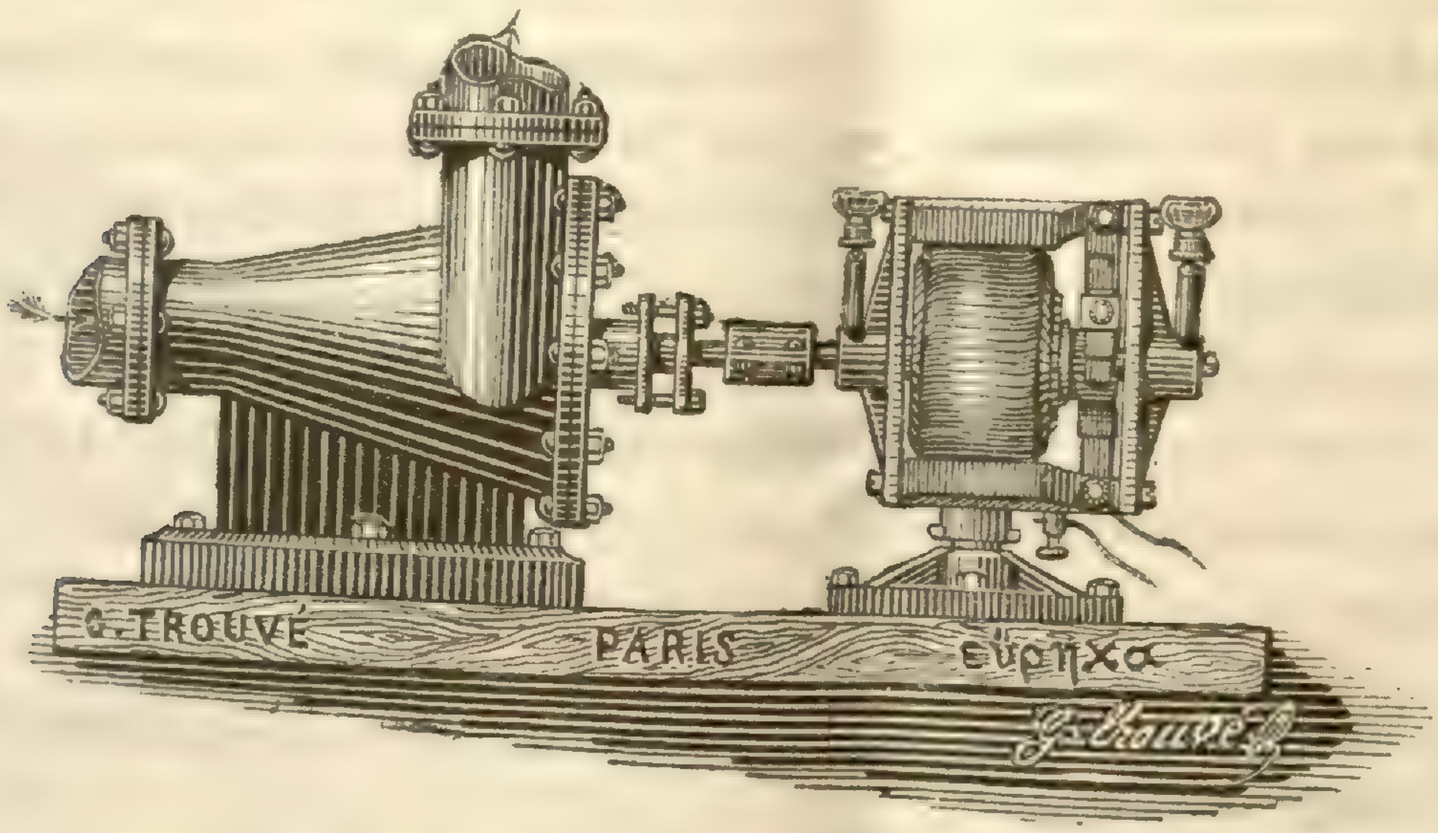
$$\frac{dp}{dv} = -\frac{l\frac{dp}{d\theta}}{C_x}.$$

» La limite de C_x n'étant ni nulle, ni définie, il s'ensuit que l'adiabatique *intérieure* qui passe par le sommet de la courbe de saturation n'est ni tangente ni orthogonale à cette courbe qu'elle rencontre obliquement. »

HYDRAULIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouvel appareil destiné à l'élévation des liquides*. Note de M. G. **Trouvé**, présentée par M. Maurice Lévy.

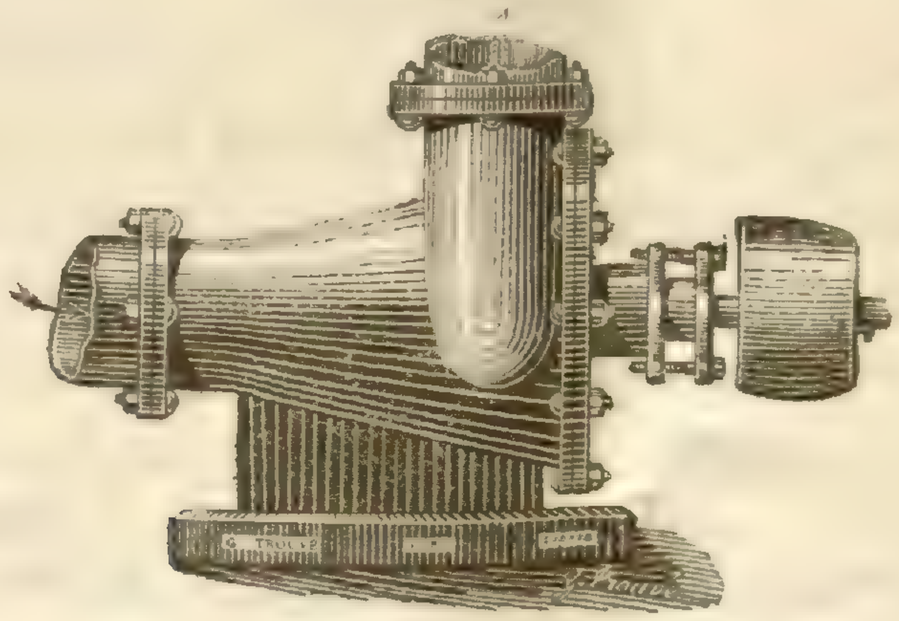
« L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est destiné à élever les liquides; il utilise la force de l'action centrifuge, combinée au mouvement giratoire imprimé à la veine liquide.

Fig. 1.



» Cet appareil se compose d'une pièce conique, ou, plus généralement, d'une surface de révolution à génératrice rectiligne quelconque, telle que

Fig. 2.



sa section transversale augmente progressivement à partir du point d'entrée du fluide liquide jusqu'à sa sortie. Cette surface tourne rapidement

autour de son axe; elle s'ajuste sans frottement dans un corps fixe de même forme, qui porte à la petite base l'orifice d'admission du liquide; la sortie s'effectue par un orifice placé tangentiellement et à la partie la plus élargie du cône.

» Cet instrument participe à la fois du principe de la pompe centrifuge et de la trombe.

» L'effet utile de l'appareil déjà grand est augmenté, quant à la pression, par l'adjonction, à l'intérieur du cône, d'une hélice dont le pas doit être égal à la vitesse de progression du liquide.

» Cette hélice ne constitue pas la partie essentielle du système; on le prouve par les expériences suivantes :

» 1° La suppression de l'hélice à l'intérieur du cône ne modifie pas le débit;

» 2° En faisant tourner le système en sens contraire, on obtient encore un débit assez considérable, malgré la résistance apportée par l'hélice tournant à l'opposé du mouvement de translation du liquide.

» Ces expériences nous ont montré les rapprochements qui existent entre les calculs théoriques et le résultat effectif concernant la pression.

» Nous avons voulu voir s'il en était ainsi pour le débit. Là, nous trouvons encore concordance entre les chiffres qu'indique le calcul et les débits obtenus.

» *Exemple.* — Débit par seconde sous pression d'une atmosphère, l'eau sortant librement du corps de pompe.

» Les orifices expérimentés ont été de : 12^{mm}, 60^{mm}, 113^{mm}.

» Les débits ont été respectivement : 1^{lit} par seconde, 27^{lit}, 100^{lit}.

» Or, en appliquant la formule $V = \sqrt{2gh}$ et le coefficient 0,823, nous avons

$$V = 0{,}823\sqrt{2gh}.$$

Donc

$$V = 0{,}823 \times 4{,}429 \times \sqrt{h};$$

d'où

$$V = 0{,}823 \times 3{,}162 \times 4{,}429 = 11^{m},20,$$

soit 115^{dm} pour le débit théorique par seconde et, pour les orifices indiqués plus haut :

mm		
12.....	$115 \times 0{,}0113 =$	1,299,
60.....	$115 \times 2{,}827 =$	32,510,
113.....		$= 100{,}012.$

» Nous nous proposons de compléter les chiffres cités plus haut et de

développer, dans une Note ultérieure, les conditions de rendement du travail mécanique employé.

» En somme, cet appareil peut, sous un très petit volume, donner un débit considérable; et ce débit peut, par son principe même, croître comme le carré de la vitesse. La rotation de plus en plus rapide de l'axe produira des débits et pressions de plus en plus considérables, dans la mesure, bien entendu, de la résistance de l'appareil.

» On peut prévoir, pour cet appareil, des emplois variés; pouvant mettre en mouvement de très grandes masses liquides, il pourra vraisemblablement servir également comme propulseur analogue à l'hélice des bateaux. »

PHYSIQUE. — *Sur l'aimantation plane de la pyrrhotine.* Note de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

« I. La pyrrhotine ou pyrite magnétique est, comme la magnétite, une substance magnétique et cristallisée. Les cristaux sont d'apparence hexagonale, mais leur symétrie est en réalité inférieure, tout au plus clinorhombique. Ils sont assez rares; les plus beaux viennent du Brésil, d'un gisement épuisé de Miñas Geraës. Grâce à l'obligeance de M. de Costa Seña, professeur à l'École des Mines d'Ouro Preto, à qui M. Friedel a bien voulu en demander pour moi, j'ai pu opérer sur des échantillons excellents de cette origine. Ils m'ont donné les résultats suivants :

» En approchant un cristal d'un aimant, on s'aperçoit que l'attraction est nulle quand on présente le plan de la base hexagonale perpendiculairement aux lignes de force, tandis qu'elle est très vive pour toute autre orientation. Il y a donc une direction pour laquelle l'aimantation est impossible et, par une généralisation immédiate, on est conduit à supposer que *la matière ne peut s'aimanter que dans le plan perpendiculaire à cette direction*, que j'appellerai pour abréger : *plan magnétique*.

» Je me suis proposé d'établir cette propriété avec précision, au moyen d'expériences d'induction, faites par la méthode balistique.

» 1° Une sphère taillée dans un cristal et une bobine induite qui l'entoure peuvent tourner, indépendamment l'une de l'autre, d'angles connus, dans un champ magnétique. Cette expérience donne, par la rotation de la bobine, la grandeur de l'aimantation dirigée suivant le plan magnétique, et par la rotation de la sphère de pyrrhotine, la différence entre l'aimantation parallèle et l'aimantation perpendiculaire au plan magnétique. Ces deux quantités sont les mêmes, à la précision des mesures près ($\frac{1}{100}$). L'aimantation perpendiculaire au plan magnétique est donc nulle.

» 2° J'ai cherché à démontrer cette nullité de l'aimantation perpendiculaire au plan magnétique, au moyen d'une expérience de zéro, plus précise que les expériences de mesure. La sphère a été fixée à l'extrémité d'une tige cylindrique en laiton, le plan magnétique perpendiculaire à l'axe du cylindre. On fait glisser cette tige dans la perforation des noyaux d'un électro-aimant, disposé pour les expériences de polarisation rotatoire magnétique. On peut ainsi faire pénétrer la sphère dans une petite bobine fixe, placée dans le champ magnétique, ou l'en retirer. L'impulsion observée au galvanomètre balistique est extrêmement petite, certains indices permettent de l'attribuer à la non uniformité du champ. En supposant que l'on veuille néanmoins l'attribuer à une aimantation perpendiculaire au plan magnétique, on serait conduit à assigner à celle-ci une limite supérieure égale à $\frac{1}{680}$ de l'aimantation dans ce plan. Cette expérience, faite sur deux sphères provenant d'échantillons différents, établit donc avec une entière rigueur l'existence d'une direction suivant laquelle l'aimantation est impossible.

» 3° En faisant tourner la sphère dans le champ magnétique, de façon à la faire passer de la position de nulle aimantation à une position de facile aimantation, par une série de positions intermédiaires, on a déterminé, pour chacune de celles-ci, les composantes de l'aimantation parallèle et de l'aimantation perpendiculaire au champ. Leur résultante donne la grandeur et la direction de l'aimantation. *Cette direction est fixe par rapport au corps et contenue dans le plan magnétique.*

» II. Comparées à la pyrrhotine du Brésil, qui est un corps ferromagnétique possédant une aimantation à saturation notable, de 70 unités environ, les pyrrhotines d'autres provenances sont faiblement magnétiques et doivent être considérées comme des espèces magnétiques différentes.

» J'ai trouvé des susceptibilités comprises entre 0,01 et 0,05 dans le plan magnétique. Cette circonstance rend difficile la démonstration rigoureuse de l'absence d'aimantation en dehors d'un plan déterminé; entre autres difficultés, l'aimantation du support en laiton dont je me suis servi jusqu'à présent cesse d'être négligeable.

» Cependant l'emploi de la méthode de zéro que je viens de décrire permet d'affirmer que l'aimantation perpendiculaire au plan de facile aimantation, si elle existe, est inférieure à

$\frac{1}{15}$ (pyrrhotine de Bavière),
$\frac{1}{17}$ (» New-Jersey),
$\frac{1}{42}$ (» Norvège)

de l'aimantation dans ce plan.

» Il ne me paraît pas douteux que l'étude plus détaillée de ces substances, que je poursuis actuellement, ne permette d'étendre à toutes les pyrrhotines cette propriété de l'aimantation réduite à un plan, si différente de tout ce que l'on est habitué à rencontrer, tant dans les faits expérimentaux du magnétisme que dans les théories au moyen desquelles on les a coordonnés. »

PHYSIQUE. — *Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium.* Note de M^me^ **Sklodowska Curie** (¹), présentée par M. Lippmann.

« J'ai étudié la conductibilité de l'air sous l'influence des rayons de l'uranium, découverts par M. Becquerel, et j'ai cherché si des corps autres que les composés de l'uranium étaient susceptibles de rendre l'air conducteur de l'électricité. J'ai employé pour cette étude un condensateur à plateaux; l'un des plateaux était recouvert d'une couche uniforme d'uranium ou d'une autre substance finement pulvérisée. (Diamètre des plateaux, 8^cm^; distance, 3^cm^.) On établissait entre les plateaux une différence de potentiel de 100 volts. Le courant qui traversait le condensateur était mesuré en valeur absolue au moyen d'un électromètre et d'un quartz piézoélectrique.

» J'ai examiné un grand nombre de métaux, sels, oxydes et minéraux (²). Le Tableau ci-après donne, pour chaque substance, l'intensité du courant i en ampères (ordre de grandeur, 10^{-11}). Les substances que j'ai étudiées et qui ne figurent pas dans le Tableau sont au moins 100 fois moins actives que l'uranium.

	Ampères.
Uranium légèrement carburé	24×10^{-12}
Oxyde noir d'uranium U^2O^5	27 »
Oxyde vert d'uranium U^3O^8	18 »
Uranates d'ammonium, de potassium, de sodium, environ	12 »
Acide uranique hydraté	6 »
Azotate d'uranyle, sulfate uraneux, sulfate d'uranyle et de potassium, environ	7 »
Chalcolite artificielle (phosphate de cuivre et d'uranyle)	9 »
Oxyde de thorium en couche de 0^mm^, 25 d'épaisseur	22 »
Oxyde de thorium en couche de 6^mm^ d'épaisseur	53 »
Sulfate de thorium	8 »

(¹) Ce travail a été fait à l'École municipale de Physique et de Chimie industrielles.

(²) L'uranium employé pour cette étude a été donné par M. Moissan. Les sels et oxydes étaient des produits purs, provenant du laboratoire de M. Étard à l'École de Physique et Chimie. M. Lacroix a bien voulu me procurer quelques échantillons de minéraux de provenance connue, de la collection du Muséum. Quelques oxydes rares et purs ont été donnés par M. Demarçay. Je remercie ces messieurs de leur obligeance.

	Ampères.
Fluoxytantalate de potassium	2×10^{-12}
Fluoxyniobate de potassium et oxyde de cérium	0,3 »
Pechblende de Johanngeorgenstadt	83 »
» de Cornwallis	16 »
» de Joachimsthal et de Pzibran	67 »
Chalcolite naturelle	52 »
Autunite	27 »
Thorites diverses	de 2 à 14 »
Orangite	20 »
Samarskite	11 »
Fergusonite, monazite, xénotime, niobite, æschinite	de 3 à 7 »

Clèveïte très active.

» Tous les composés de l'uranium étudiés sont actifs et le sont, en général, d'autant plus qu'ils contiennent plus d'uranium.

» Les composés du thorium sont très actifs. L'oxyde de thorium dépasse même en activité l'uranium métallique.

» Il est à remarquer que les deux éléments les plus actifs, l'uranium et le thorium, sont ceux qui possèdent le plus fort poids atomique.

» Le cérium, le niobium et le tantale semblent être légèrement actifs.

» Le phosphore blanc est très actif, mais son action est probablement d'une autre nature que celle de l'uranium et du thorium. En effet, le phosphore n'est actif ni à l'état de phosphore rouge ni à l'état de phosphates.

» Les minéraux qui se sont montrés actifs contiennent tous des éléments actifs. Deux minéraux d'uranium : la pechblende (oxyde d'urane) et la chalcolite (phosphate de cuivre et d'uranyle) sont beaucoup plus actifs que l'uranium lui-même. Ce fait est très remarquable et porte à croire que ces minéraux peuvent contenir un élément beaucoup plus actif que l'uranium. J'ai reproduit la chalcolite par le procédé de Debray avec des produits purs; cette chalcolite artificielle n'est pas plus active qu'un autre sel d'uranium.

» *Absorption.* — Les effets produits par les substances actives augmentent avec l'épaisseur de la couche employée. Cette augmentation est très faible pour les composés de l'uranium; elle est considérable pour l'oxyde de thorium qui semble ainsi partiellement transparent pour les rayons qu'il émet.

» Pour étudier la transparence des diverses substances, on les place en

plaque mince par dessus la couche active. L'absorption est toujours très forte. Cependant les rayons traversent les métaux, le verre, l'ébonite, le papier sous faible épaisseur. Voici la fraction du rayonnement transmise par une lame d'aluminium d'épaisseur $0^{mm},01$.

$0^{mm},2$	pour l'uranium, uranate d'ammoniaque, oxyde uraneux, chalcolite artificielle.
0,33	pour la pechblende et la chalcolite naturelle.
0,4	pour l'oxyde de thorium et le sulfate de thorium en couche de $0^{mm},5$.
0,7	pour l'oxyde de thorium en couche de 6^{mm}.

» On voit que les composés d'un même métal émettent des rayons également absorbés. Les rayons émis par le thorium sont plus pénétrants que ceux émis par l'uranium; enfin, l'oxyde de thorium en couche épaisse émet des rayons beaucoup plus pénétrants que ceux qu'il émet en couche mince.

» *Impressions photographiques.* — J'ai obtenu de bonnes impressions photographiques avec l'uranium, l'oxyde uraneux, la pechblende, la chalcolite, l'oxyde de thorium. Ces corps agissaient à petite distance, soit à travers l'air, soit à travers le verre, soit à travers l'aluminium. Le sulfate de thorium donne des impressions plus faibles et le fluoxytantalate de potassium des impressions très faibles.

» *Analogie avec les rayons secondaires des rayons de Röntgen.* — Les propriétés des rayons émis par l'uranium et le thorium sont très analogues à celles des rayons secondaires des rayons de Röntgen, étudiés récemment par M. Sagnac. J'ai constaté d'ailleurs que, sous l'action des rayons de Röntgen, l'uranium, la pechblende et l'oxyde de thorium émettent des rayons secondaires qui, au point de vue de la décharge des corps électrisés, font généralement plus d'effet que les rayons secondaires du plomb. Parmi les métaux étudiés par M. Sagnac, l'uranium et le thorium viendraient se placer à côté et au delà du plomb.

» Pour interpréter le rayonnement spontané de l'uranium et du thorium on pourrait imaginer que tout l'espace est constamment traversé par des rayons analogues aux rayons de Röntgen mais beaucoup plus pénétrants et ne pouvant être absorbés que par certains éléments à gros poids atomique, tels que l'uranium et le thorium. »

PHYSIQUE. — *Sur un moyen d'augmenter l'intensité et la rapidité d'action des rayons* X. Note de M. **F. Garrigou**, présentée par M. Potain. (Extrait.)

« Dès le mois de décembre 1897, en étudiant les eaux minérales au moyen des rayons Röntgen, je m'étais aperçu que les rayons émis par un petit focus, étant conduits directement dans un cylindre de verre entouré de papier d'étain, et partant du focus pour aller à l'écran fluorescent, augmentaient la luminosité de cet écran à son contact avec le cylindre. Quelques radiographies obtenues à l'extrémité du cylindre, comparées à d'autres radiographies faites dans les mêmes conditions, moins le cylindre, étaient sensiblement plus nettes, plus claires et plus rapidement obtenues dans le premier cas que dans le second.

» J'adresse aujourd'hui à l'Académie (1) les radiographies obtenues dans seize expériences, choisies dans une cinquantaine, et permettant de constater l'augmentation d'intensité et la rapidité d'action des rayons X, enfermés dans des espaces qui les concentrent sur des points limités.

» Les différences de teintes, de netteté et d'intensité, sont d'ailleurs bien plus sensibles sur les clichés eux-mêmes que sur les tirages sur papier.

» Toutes ces expériences ont été faites dans des conditions identiques : un petit tube bi-anodique, distance de $0^m,20$, 2 ampères, quatre minutes de pose. Les plaques employées étaient des plaques bleues Lumière, ordinaires (non pour rayons X). J'ai constamment laissé une lame de plomb sous les clichés pendant leur pose.

» *Conclusions.* — Ces expériences, et d'autres encore, me conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° En prenant les rayons X au sortir de l'ampoule qui les produit, et en les condensant dans un espace restreint, limité à la volonté de l'opérateur, et cela dans des chambres de grès, de verre, de zinc, de plomb, etc.., on augmente leur action sur les plaques radiographiques.

» 2° Cette augmentation d'action se traduit par une action plus profonde

(1) Le 24 janvier dernier, l'Académie a bien voulu accepter le dépôt d'un pli cacheté, inscrit sous le n° 5979, dans lequel je prenais date pour les constatations que j'avais déjà faites.

sur les objets, qui sont plus complètement traversés, et qui finissent presque par disparaître sur la plaque photographique; la plaque elle-même, après le développement et la fixation, est incapable de donner une épreuve aussi claire et aussi nette que le cliché obtenu dans les mêmes conditions, mais sans condensateur.

» 3° Si la pose a été suffisamment courte pour ne pas donner des épreuves en quelque sorte brûlées, les objets radiographiés sont plus nets et présentent plus de détails avec le condensateur que sans le condensateur.

» 4° L'emploi d'un condensateur approprié pourra donc servir à diminuer, en clinique, la durée des poses, et à fournir des épreuves plus nettes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons de la pyridine et de la triméthylamine avec les acides formique et acétique.* Note de M. **G. André.**

« I. J'ai décrit récemment (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1187) des combinaisons que les acides formique, acétique, propionique contractaient avec la pyridine et j'ai montré le caractère instable des liquides ainsi obtenus. Quand on prend la densité de vapeur de ces combinaisons, on constate qu'elles sont complètement dissociées en leurs éléments, ce qui était presque évident *a priori*. Ainsi le composé $5CH^2O^2.2C^5H^5Az$, dont le poids moléculaire est de 388, a fourni, calculé d'après sa densité de vapeur, le chiffre de 56,3, soit le septième du poids moléculaire réel. Le composé $3C^2H^4O^2.2C^5H^5Az$, dont le poids moléculaire est de 338, a fourni 70,7, soit le cinquième environ du poids moléculaire réel.

» J'ajouterai que l'on peut facilement préparer le composé $5CH^2O^2.2C^5H^5Az$ en distillant, après l'avoir chauffé quelque temps au réfrigérant ascendant, un mélange de molécules égales d'acide oxalique et de pyridine. Après plusieurs rectifications, on isole une portion assez abondante qui bout à 150°-151° (corrigé) ($H = 760^{mm}$) et qui répond à la formule ci-dessus.

» II. J'ai déterminé la chaleur de formation de ces composés par deux voies. Soit d'abord $5CH^2O^2.2C^5H^5Az$. 1° La chaleur de dissolution de l'acide formique a été trouvée égale, vers 10°, à $+ 0^{Cal},13$ (soit $+ 0^{Cal},65$ pour 5 molécules); celle de la pyridine est de $+ 2^{Cal},7$ (soit $5^{Cal},4$ pour

2 molécules); la chaleur de neutralisation de $5CH^2O^2$ dissous par $2C^5H^5Az$ dissous a été trouvée de $+8^{Cal},3$; la chaleur de dissolution du composé $5CH^2O^2.2C^5H^5Az$ dans un excès d'eau a donné $-0^{Cal},9$. On en tire donc

$$x - 0^{Cal},9 = +0^{Cal},65 + 5^{Cal},4 + 8^{Cal},3;$$

d'où

$$5CH^2O^2.2C^5H^5Az \text{ liquide dégage } +15^{Cal},25.$$

2° J'ai fait agir directement, dans un petit tube de verre maintenu au sein d'une masse d'eau déterminée, contenue dans le calorimètre, 5 molécules d'acide formique sur 2 molécules de pyridine, ce qui m'a fourni, pour la chaleur de formation de $5CH^2O^2.2C^5H^5Az$ liquide, le chiffre de $+15^{Cal},3$.

» La combinaison acétique a donné les chiffres suivants : chaleur de dissolution de trois molécules $C^2H^4O^2 = +1^{Cal},2$; chaleur de dissolution de deux molécules $C^5H^5Az = +5^{Cal},4$; chaleur de neutralisation de $3C^2H^4O^2$ dissous par $2C^5H^5Az = +7^{Cal}$; chaleur de dissolution du composé $3C^2H^4O^2.2C^5H^5Az$ dans un excès d'eau $= +7^{Cal},85$. On en tire donc

$$x + 7^{Cal},85 = +1^{Cal},2 + 5^{Cal},4 + 7^{Cal};$$

d'où

$$3C^2H^4O^2.2C^5H^5Az \text{ liquide dégage } +5^{Cal},75.$$

Or on a obtenu, par l'action directe de l'acide acétique sur la pyridine, le chiffre $+5^{Cal},9$.

» III. J'ai ensuite examiné la façon dont se comportent à la distillation les acides formique et acétique dans lesquels on a dissous de la triméthylamine. J'ai fait passer, dans de l'acide formique pur, un courant de triméthylamine pure en refroidissant bien; il s'est formé des cristaux extrêmement déliquescents, que j'ai redissous à une faible chaleur, et j'ai distillé le liquide. Il s'est dégagé d'abord de la triméthylamine, mais il n'a passé, jusqu'à 180°, que quelques gouttes de liquide. Entre 180° et 185° ($H = 756^{mm}$), la totalité du liquide a distillé. Celui-ci a fourni à l'analyse les chiffres suivants : $C = 36,91$, $H = 7,89$, $Az = 8,04$ pour 100, ce qui répond assez sensiblement à la formule $5CH^2O^2.2(CH^3)^3Az$, qui demande $C = 37,92$, $H = 8,04$, $Az = 8,04$. Cette portion, soumise à la redistillation, passait presque en totalité à 178°,5-180° ($H = 749^{mm},5$).

» Ce liquide, distillé dans le vide, bout à point fixe à 95°,5 ($H = 16^{mm}$); il ne change pas de composition, ainsi que l'indiquent les chiffres suivants : $C = 37,14$, $H = 7,86$, $Az = 8,09$. A l'état de vapeur, ce composé, dont le

poids moléculaire est de 348, est complètement dissocié. Sa densité de vapeur est égale à 1,69, ce qui conduit à un poids moléculaire de 48,8, soit le septième du poids réel.

» J'ai procédé de même avec l'acide acétique et la triméthylamine. Le liquide obtenu, soumis à la distillation, n'a fourni, jusqu'à 150°, que des traces de matière. La presque totalité a passé entre 150° et 154°, surtout à 154° (H = 755^{mm},5), quelques gouttes seulement au delà de cette température. L'analyse a donné pour la composition de ce liquide : C = 43,77, H = 8,49, Az = 4,76 pour 100; la formule $4C^2H^4O^2.(CH^3)^3Az$ demande C = 44,14, H = 8,96, Az = 4,68. Distillé dans le vide, ce liquide a passé en presque totalité à 80°-81° (H = 37^{mm}) et n'a pas changé de composition, car on a trouvé : C = 44,14, H = 8,61, Az = 5,31.

» A l'état de vapeur, il est, comme le précédent, complètement dissocié. Sa densité de vapeur a donné le chiffre 2,08, ce qui répond au poids moléculaire de 60; or le poids moléculaire de $4C^2H^4O^2.(CH^3)^3Az$ est de 299, soit cinq fois plus fort.

» Remarquons que les combinaisons que la triméthylamine contracte avec les acides formique et acétique semblent plus stables que celles que contracte la pyridine avec les mêmes acides : la combinaison formique a le même type de formule que celle qui est obtenue avec la pyridine; la combinaison acétique est plus riche en acide. Ces deux combinaisons avec la triméthylamine présentent un point d'ébullition très notablement plus élevé que celui de leurs composants.

» Je n'ai rien obtenu en distillant un mélange d'acide acétique et de diméthylaniline; il y a, après deux tours de fractionnement, séparation pure et simple des deux composants. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Influence de mouvements de vague sur le développement des larves de grenouille.* Note de M. **Émile Yung**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note relative à l'action de l'eau salée sur le développement des larves de *Rana esculenta*, présentée à l'Académie en 1885 (1), j'ai fait allusion à des expériences destinées à déterminer l'influence de l'agitation

(1) *Comptes rendus*, t. CI, page 113.

de l'eau sur ces mêmes larves. Ces expériences ont été poursuivies depuis cette époque et répétées cinq fois. Étant donné que les Batraciens déposent naturellement leurs œufs dans les eaux calmes des marais et des petits lacs, il y avait, en effet, intérêt à les soumettre, toutes choses (température, éclairage, alimentation, etc.) demeurant égales d'ailleurs, à des conditions mécaniques totalement différentes.

» L'appareil qui m'a servi dans ce but consiste en un agitateur composé d'un large plateau suspendu au plafond par des fils métalliques de 3^{m} de long et animé de mouvements saccadés, au moyen d'une bielle excentrique mue par un petit moteur Edison, actionné lui-même par une pile de Bunsen de très grande dimension. Les vases renfermant les têtards sont assujettis au plateau de sorte que, quand celui-ci est en mouvement, la masse entière de leur contenu est secouée de fortes trépidations et la surface de l'eau parcourue de vagues de 5^{cm} à 6^{cm} de hauteur.

» Voici les résultats obtenus dans ces conditions :

» 1° Les œufs de grenouille fraîchement fécondés ne tardent pas à périr à cause des troubles qui surviennent dans la marche de la segmentation ou celle de la formation des feuillets blastodermiques. Je reviendrai plus tard sur ces altérations qui sont de nature à intéresser les embryogénistes.

» 2° Lorsque les œufs sont déjà embryonnés au début de l'expérience, leur développement se poursuit, mais la mortalité est grande, surtout pendant les premières semaines. Au moment de l'éclosion des jeunes têtards, beaucoup d'entre eux sont dispersés dans le vase et, ne trouvant pas la force de lutter contre les vagues pour revenir à l'albumine qui constitue leur premier aliment, meurent d'inanition. Les autres, qui réussissent à manger, grandissent. Toutefois, leur croissance, comparée à celle de têtards provenant de la même ponte et servant de témoins élevés dans des vases identiques, mais non agités, est notablement retardée.

» La moyenne des survivants, à l'époque d'apparition des pattes postérieures, a été de 16 pour 100 (moyenne des cinq séries d'expériences, portant chacune sur 100 individus éclos), et le retard moyen sur les têtards témoins a été de vingt-huit jours. A l'apparition des pattes antérieures, la moyenne des survivants a été réduite à 5 individus et le retard sur les témoins a été de quarante-deux jours. Les expériences, poursuivies jusqu'au 15 novembre, n'ont jamais fourni de jeunes grenouilles. A cette époque, les survivants, au nombre de *deux* en moyenne, étaient âgés de près de huit mois et demeuraient à l'état de têtards alors que leurs frères témoins s'étaient tous transformés en grenouilles dans le courant du troisième mois. L'agitation de l'eau paraît être incompatible avec la métamorphose dernière.

» 3° Les têtards agités se distinguent des autres par le développement remarquable de leur queue en longueur et en diamètre, comparée aux dimensions totales du corps, et par le développement des formations cornées de leur vestibule buccal, qui, l'un et l'autre, sont sans doute des conditions de leur survivance.

» 4° Les têtards agités ont, à l'âge de huit mois, une taille monstrueuse, semblable à celle des têtards élevés à basse température pendant une année.

» L'agitation du liquide ne s'oppose donc pas à la croissance, mais seulement à la résorption de la queue. Les circonstances ne m'ayant pas permis de prolonger l'expérience au delà de huit mois, je m'abstiens de conjectures sur le sort ultérieur de têtards élevés dans de telles conditions. »

M. **J.-J. Andeer** adresse de nouvelles observations relatives au ramollissement des os par l'emploi de la phloroglucine.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 avril 1898.

Les actualités chimiques. Revue des progrès de la Chimie pure et appliquée. publiée sous la direction de M. Charles Friedel, de l'Institut. Rédacteur : M. George-F. Jaubert, Docteur ès Sciences. Tome III. N^os^ 1 et 2. Paris, G. Carré et C. Naud; 2 fasc. in-8°.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction : M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président. Tome II. N° 3. Mars 1898. Paris, V^ve^ Ch. Dunod, 1898; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société zoologique de France, pour l'année 1897. Tome XXII. Paris, 1897; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, E. Vallin, Secrétairc annuel. N° 14. Séance du 5 avril 1898. Paris, Masson et C^ie^; 1 fasc. in-8°.

L'Intermédiaire des Biologistes, organe international de Zoologie, Botanique, Physiologie et Psychologie. Directeur : Alfred Binet; Directeur adjoint : Victor Henri. 5 avril 1898. N° 11. Paris, Schleicher frères; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France 3^e^ série. Tome XX. Mars 1898. Paris; 1 fasc. in-8°.

Soleil, Terre et Électricité (Un chapitre de la théorie nouvelle de l'Univers) par le professeur Ir. Skovortzow. Kharkow, 1898; 1 broch. in-8°.

Observations publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande. Volume quinzième. Première livraison. Observations météorologiques faites à Helsingfors en 1896. Helsingfors, 1897; 1 vol. in-4°.

The Proceedings and transactions of the Nova Scotian Institute of Science; Halifax (*Nova Scotia*). Session of 1896-97. Volume IX. Part. 3. Halifax, 1897; in-8°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
[illegible]	Ferron frères.
[illegible]	Chaix.
[illegible]	Jourdan.
[illegible]	Ruff.
[illegible]	Courtin-Hecquet.
[illegible]	Germain et Grassin.
[illegible]	Lachèse.
[illegible]	Jérôme.
[illegible]	Jacquard.
[illegible]	Feret.
[illegible]	Laurens.
[illegible]	Muller (G.).
[illegible]	Renaud.
[illegible]	Derrien.
[illegible]	F. Robert.
[illegible]	J. Robert.
[illegible]	Uzel frères.
[illegible]	Jouan.
[illegible]	Perrin.
[illegible]	Henry.
[illegible]	Marguerie.
[illegible]	Juliot.
[illegible]	Ribou-Collay.
[illegible]	Lamarche.
[illegible]	Ratel.
[illegible]	Rey.
[illegible]	Lauverjat.
[illegible]	Degez.
[illegible]	Drevet.
[illegible]	Gratier et Cie.
[illegible]	Foucher.
[illegible]	Bourdignon.
[illegible]	Dombre.
[illegible]	Thorez.
[illegible]	Quarre.
Lorient	Baumal.
	Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin.
	Georg.
	Côte.
	Savy.
	Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Calas.
	Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques.
	Grosjean-Maupin.
	Sidot frères.
Nantes	Loiseau.
	Veloppé.
Nice	Barma.
	Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier.
	Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlle).
Rouen	Langlois.
	Lestringant.
S.-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide.
	Rumèbe.
Toulouse	Gimet.
	Privat.
Tours	Boisselier.
	Péricat.
	Suppligeon.
Valenciennes	Giard.
	Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie.
	Dames.
	Friedlander et fils.
	Mayer et Müller.
Berne	Schmid et Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin.
	Mayolez et Audiarte.
	Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotcheck et Ce.
	Müller (Carol).
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez.
	Georg.
	Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda.
	Payot.
Leipzig	Barth.
	Brockhaus.
	Lorentz.
	Max Rübe.
	Twietmeyer.
Liège	Desoer.
	Gnusé.
Londres	Dulau.
	Hachette et Cie.
	Nutt.
Luxembourg	V. Buck.
Madrid	Libr. Gutenberg.
	Romo y Fussel.
	Gonzales e hijos.
	F. Fé.
Milan	Bocca frères.
	Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Prass.
	Marghieri di Gi[illegible]
	Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffe[illegible]
	Stechert.
	Lemcke et Buech[illegible]
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaes et Mo[illegible]
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères.
	Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wall[illegible]
St-Petersbourg	Zinserling.
	Wolff.
Turin	Bocca frères.
	Brero.
	Clausen.
	Rosenberg et Seil[illegible]
Varsovie	Gebethner et W[illegible]
Verone	Drucker.
Vienne	Frick.
	Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix ..... **15 fr.**
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix ..... **15 fr.**
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix ..... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent [illegible] par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières [illegible] par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 ..... **15**

Tome II. Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une reponse a la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences [illegible] sur le mémoires de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains [illegible] [illegible], suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la [illegible] [illegible] qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15**

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 15.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 12 avril 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. le Président annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Aimé Girard*, Membre de la Section d'Économie rurale 1059

M. Th. Schlœsing rappelle brièvement la vie et les travaux de M. *Aimé Girard*... 1059

M. Berthelot. — Observations relatives à l'action de l'oxygène sur le sulfure de carbone et à l'influence chimique de la lumière. Travail préliminaire qui détermine les réactions..... 1060

M. Berthelot. — Sur l'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse.. 1066

M. Chauveau. — La viande et l'amidon comparés au sucre, au point de vue de la valeur nutritive, chez le sujet qui travaille 1071

M. de Jonquières. — Addition à une précédente Communication, concernant la théorie des formes quadratiques..... 1077

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Thiébaut. — Les années du grand flot de mars..... 1081

M. Ad. Schott adresse un Mémoire sur la direction des aérostats..... 1082

CORRESPONDANCE.

MM. Rambaud et F. Sy. — Observations de la comète Perrine, faites à l'observatoire d'Alger (équatorial coudé de $0^m,318$).... 1082

M. E. Jahnke. — Expressions des dérivées des fonctions thêta de deux arguments au moyen des carrés des fonctions thêta.... 1083

M. M. Krause. — Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce..... 1086

MM. Eugène et François Cosserat. — Sur les équations de la théorie de l'élasticité. 1089

M. C. Gutton. — Sur le passage des ondes électriques d'un conducteur à un autre.. 1092

M. E. Mathias. — Sur les propriétés thermiques des fluides saturés..... 1095

M. G. Trouvé. — Sur un nouvel appareil destiné à l'élévation des liquides..... 1097

M. Pierre Weiss. — Sur l'aimantation plane de la pyrrhotine..... 1099

Mme Sklodowska Curie. — Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium. 1101

M. F. Garrigou. — Sur un moyen d'augmenter l'intensité et la rapidité d'action des rayons X..... 1104

M. André. — Sur les combinaisons de la pyridine et de la triméthylamine avec les acides formique et acétique..... 1105

M. Emile Yung. — Influence de mouvements de vague sur le développement des larves de grenouille..... 1107

M. J.-J. Andeer adresse de nouvelles observations relatives au ramollissement des os par l'emploi de la phloroglucine 1109

Bulletin bibliographique 1109

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars

1898

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 16 (18 Avril 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 18 AVRIL 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDROGRAPHIE. — *Expression des coefficients de la marée au moyen d'une somme de termes périodiques;* par M. **Hatt**.

« La lecture d'un Mémoire de M. Thiébaut concernant la loi des variations des coefficients de la marée, Mémoire présenté à l'Académie, m'a conduit à chercher une solution de cette question par une voie un peu différente, en procédant synthétiquement au moyen d'un développement en termes périodiques des coefficients lunaires et solaires dont la combinaison forme le coefficient proprement dit de la marée semi-diurne.

» Je rappelle que le coefficient lunaire ou solaire a pour expression

$$i^3 \cos^2 \varphi,$$

i désignant le rapport de la parallaxe à sa valeur moyenne et ν la déclinaison de l'astre. Si l'on convient d'accentuer les lettres pour le Soleil et si l'on appelle φ l'excès de l'ascension droite de la Lune sur celle du Soleil, A et A′ les quantités $0,743\,i^3\cos^2\nu$ et $0,257\,i'^3\cos^2\nu'$, on aura pour l'expression du coefficient de la marée semi-diurne

$$(A^2 + A'^2 + 2AA'\cos 2\varphi)^{\frac{1}{2}},$$

» C'est à cette formule que répondent les chiffres publiés par l'*Annuaire des Marées des Côtes de France* et par l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, et dont le produit par l'unité de hauteur d'un port permet d'évaluer approximativement la hauteur de la pleine mer au-dessus du niveau moyen, dans ce port. Aux époques des syzygies 2φ est zéro et l'expression du coefficient des marées de vive eau devient A + A′ ou

$$0,743\,i^3\cos^2\nu + 0,257\,i'^3\cos^2\nu'.$$

Les nombres 0,743 et 0,257 sont dans le rapport 2,894 à 1, rapport des actions de la Lune et du Soleil.

» L'expression $i^3\cos^2\nu$ peut être développée en fonctions périodiques des variables considérées dans l'Analyse harmonique et qui sont, suivant les notations de M. Darwin, s et p, longitudes moyennes de la Lune et du périgée lunaire, h et p_1, longitudes moyennes du Soleil et du périgée solaire. Il convient en outre d'introduire la variable N, longitude moyenne du nœud de l'orbite lunaire, qui n'entre pas directement dans les expressions de l'Analyse harmonique pour lesquelles on admet toujours une valeur moyenne annuelle de cet élément. Mais on rencontre dans ces expressions, comme dépendant de N, la variable désignée par ξ et qui n'est autre que la longitude de l'intersection de l'orbite de la Lune avec l'équateur, longitude comptée sur cette orbite.

» Si l'on appelle ω l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur et α celle de l'orbite lunaire sur l'écliptique, on aura

$$\cot(N - \xi)\sin N = \cos N\cos\alpha + \sin\alpha\cot\omega.$$

» En introduisant dans cette formule les valeurs numériques de ω et α, on obtient, pour des valeurs successives de N, celles correspondantes de $\sin 2\xi$ et $\cos 2\xi$; il est possible ainsi de déterminer empiriquement les coefficients d'un développement de ces fonctions en termes périodiques dépen-

dant des multiples de N. Les formules obtenues sont

$$\sin 2\xi = 0{,}4054 \sin N - 0{,}0449 \sin 2N + 0{,}0093 \sin 3N - 0{,}0020 \sin 4N + \ldots,$$

$$\cos 2\xi = 0{,}9570 + 0{,}0098 \cos N + 0{,}0409 \cos 2N - 0{,}0093 \cos 3N + 0{,}0020 \cos 4N + \ldots.$$

» Cela posé, le calcul de $\cos^2 v$, le seul qui présente quelque complexité, résultera des formules suivantes :

» l désignant la longitude de la Lune dans l'orbite, comptée à partir de son intersection avec l'équateur, et I l'inclinaison de cette orbite sur l'équateur, on a

$$\cos^2 v = \cos^2 l + \sin^2 l \cos^2 I,$$
$$\cos I = \cos\alpha \cos\omega - \sin\alpha \sin\omega \cos N.$$

» Introduisant les valeurs numériques de α et ω, on obtiendra

$$\cos^2 v = 0{,}9177 + 0{,}0823 \cos 2l - 0{,}0326 \cos N + 0{,}0163 [\cos(2l - N) + \cos(2l + N)] + 0{,}0003 \cos 2N - 0{,}0002 [\cos(2l - 2N) + \cos(2l + 2N)].$$

» D'après les relations et formules adoptées dans l'Analyse harmonique, on a

$$2l = 2(s - \xi) + 4e \sin(s - p) + \tfrac{5}{2} e^2 \sin 2(s - p) + \tfrac{15}{2} me \sin(s - 2h + p) + \tfrac{11}{4} m^2 \sin(2s - 2h),$$

et, d'autre part,

$$i^3 = \frac{1}{(1-e)^3} \left[1 - \tfrac{3}{2} e^2 + 3e \cos(s - p) + \frac{9}{2} e^2 \cos(2s - 2p) + \frac{45}{8} me \cos(s - 2h + p) + 3m^2 \cos(2s - 2h) \right].$$

» Les variables s, p et ξ ont été définies plus haut, e désigne l'excentricité de l'orbite lunaire; dans les deux derniers termes de chaque développement, qui se rapportent aux inégalités de l'évection et de la variation, m est le rapport du moyen mouvement du Soleil à celui de la Lune, h la longitude moyenne du Soleil.

» Remplaçant $2l$ par sa valeur dans $\cos^2 v$, après avoir exprimé ξ en fonction de N, faisant le produit $i^3 \cos^2 v$ et traduisant numériquement tous

les coefficients, il viendra

$$i^3\cos^2 v = 0,922 + 0,153\cos(s-p) + 0,078\cos 2s - 0,033\cos \mathrm{N}$$
$$+ 0,033\cos(2s-\mathrm{N}) + 0,016\cos(3s-p) + 0,013\cos(2s-2p)$$
$$+ 0,028\cos(s-2h+p) + 0,023\cos(2s-2h) + 0,006\cos(3s-p-\mathrm{N})$$
$$- 0,003\cos(s-p+\mathrm{N}) - 0,003\cos(s-p-\mathrm{N}) + 0,002\cos(3s-2h+p)$$
$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

» Le développement du coefficient solaire exigera un nombre de termes beaucoup plus restreint car on n'a d'autre inégalité à considérer que l'équation du centre et l'excentricité de l'orbite est très faible :

$$i'^3\cos^2 v' = 0,921 + 0,079\cos 2h + 0,046\cos(h-p_1)$$
$$+ 0,005\cos(3h-p_1) + \ldots$$

» Les mouvements diurnes des variables considérées sont :

Pour s	$13^{\circ},1763960$
Pour h	$0,9856464$
Pour p	$0,1114032$
Pour N	$-0,0529540$

» Le périgée solaire est sensiblement immobile, car la variation de p_1 est $1^{\circ},71$ par siècle.

» En bornant les recherches au cas des syzygies, on peut simplifier notablement le premier développement, surtout si l'on envisage uniquement les grandes lignes de la loi de variation du coefficient. Il suffit de remarquer qu'aux environs des syzygies on a sensiblement $2s = 2h$; le terme $0,023\cos(2s-2h)$, qui provient de la variation, devient constant et sa valeur vient s'ajouter à la constante $0,922$. D'autre part, le terme $0,028\cos(s-2h+p)$, répondant à l'évection, nous donne

$$0,028\cos(s-p)$$

qui s'ajoute à $0,153\cos(s-p)$.

» Pour opérer *grosso modo*, réduisons le développement lunaire à ses trois premiers termes ainsi modifiés et le développement solaire aux deux premiers termes, il viendra, pour le coefficient de syzygie, en faisant $2s = 2h$,

$$0,743\,i^3\cos^2 v + 0,257\,i'^3\cos^2 v' = 0,939 \pm 0,135\cos(h-p) + 0,078\cos 2h.$$

Le signe + se rapportera aux nouvelles Lunes et le signe — aux pleines Lunes.

» Cette formule, où ne figurent plus que les deux variables h et p, suppose évidemment que la Lune se meut dans le plan de l'écliptique et que l'excentricité de l'orbite solaire est négligeable. La valeur maximum du coefficient, obtenue en faisant $h = 0$ et $p = 0$, serait 1,152, résultat qui ne diffère pas beaucoup du maximum 1,18 que l'on obtient avec la formule complète.

» La discussion est très aisée en partant de la formule simplifiée; il faut remarquer toutefois que les arguments $h - p$ et $2h$ ne devront varier que d'une manière discontinue. La progression entre deux demi-lunaisons consécutives est de 12°,91 pour $h - p$ et 29°,11 pour $2h$. On retrouve ainsi les principaux résultats obtenus par M. Thiébaut, sur lesquels il n'y a pas lieu de revenir ici.

» Mais il convient de signaler, à cette occasion, les valeurs du coefficient qui répondent aux syzygies d'équinoxe. En faisant $h = 0$ ou $h = 180$, on obtient pour le coefficient l'expression $1{,}017 \pm 0{,}135 \cos p$; le signe + répondant, pour l'équinoxe du printemps, à une conjonction des astres, et pour l'équinoxe d'automne à une opposition. La constante 1,017 est évidemment la valeur moyenne du coefficient en syzygie d'équinoxe.

» Cette valeur étant supérieure à 1, on obtiendra un chiffre plus grand que l'unité de hauteur d'un port en faisant la moyenne de toutes les hauteurs de syzygies d'équinoxe observées dans ce port pendant une très longue période, celle de la révolution des nœuds de la Lune, par exemple. C'est ainsi que l'on a opéré pour Brest au commencement du siècle.

» La définition actuelle du coefficient est, à cet égard, un peu différente de celle qu'avait adoptée Laplace. D'après la formule énoncée ci-dessus pour les syzygies, $0{,}743 i^3 \cos^2 \nu + 0{,}257 i'^3 \cos^2 \nu'$, le coefficient est l'unité quand, à une déclinaison nulle des deux astres, correspondent des valeurs de i et i' égales à l'unité, c'est-à-dire quand les astres sont à leurs moyennes distances absolues.

» Suivant la conception de Laplace, il s'agit de la distance moyenne de la Lune en syzygie, distance systématiquement diminuée par l'inégalité de la variation, en sorte que, dans le cas des syzygies d'équinoxe, le coefficient serait l'unité.

» Nous pouvons remarquer encore que le coefficient moyen, obtenu en considérant toutes les syzygies indifféremment, est 0,94.

» En opérant pour les quadratures des réductions analogues entre le

terme constant lunaire et celui de la variation, d'une part, et entre le terme parallactique lunaire et celui de l'évection, on obtiendra la formule suivante, exprimant approximativement les coefficients des marées de morte eau :

$$0{,}431 \mp 0{,}093 \sin(h - p) - 0{,}078 \cos 2h.$$

» Le signe — se rapporte au premier quartier, le signe + au dernier quartier. Le coefficient moyen des marées de morte eau est donc 0,43.

» Les chiffres moyens adoptés jusqu'à présent, d'après le dépouillement empirique des Tableaux publiés par l'*Annuaire des marées*, étaient, pour les syzygies, 0,93, et pour les quadratures, 0,45.

» La dernière formule donnerait, pour le coefficient minimum, 0,26. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des intégrales doubles de fonctions algébriques*. Note de M. **Émile Picard**.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 24 janvier 1898), je me suis occupé de la réduction des intégrales doubles de la forme

$$(1) \qquad \int\int \frac{M(x, y, z)\, dx\, dy}{f'_z} \qquad [f(x, y, z) = 0],$$

M étant un polynome en x, y et z. J'ai montré, en particulier, que le degré du polynome M pouvait être ramené au degré $2m - 4$ (en désignant par m le degré de la surface f), et c'est de là que je pars pour évaluer le nombre des intégrales doubles de *seconde espèce*. En fait la réduction, au point de vue du degré du polynome M, est en général susceptible d'être poussée plus loin ; cela tient à ce que l'inégalité fondamentale dans cette réduction (voir page 299 de ce Tome) peut être remplacée par une inégalité qui limite davantage l'entier p. Au lieu de l'inégalité écrite (*loc. cit.*), on devra envisager celle-ci

$$\frac{(p+1)(p+2)(p+3)}{3} - \frac{(p-m+2)(p-m+3)(p-m+4)}{6}$$
$$> (p+m-1)m(m-1) - \frac{m(m-1)(2m-5)}{2}.$$

» Si p_0 désigne le plus grand nombre entier positif pour lequel cette inégalité n'est pas vérifiée, le degré de M peut être réduit à p_0. La valeur précédemment indiquée $2m - 4$ est supérieure à p_0, mais la valeur de p_0

est une fonction de m qui n'est pas susceptible d'une expression simple; aussi, au point de vue des réductions ultérieures, il est préférable de partir du degré $2m - 4$. La recherche du degré minimum peut toutefois, dans certains cas, présenter quelque intérêt. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la tétraméthyl-diamido-benzophénone.* Note de M. E. GRIMAUX.

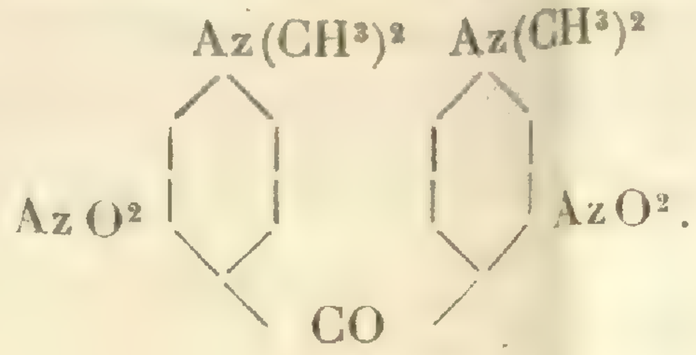
« La tétraméthyl-diamido-benzophénone

$$CO\begin{cases} C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ C^6H^4Az(CH^3)^2 \end{cases}$$

fournit, comme on le sait, un grand nombre de matières colorantes (violet cristallisé, bleu Victoria, auramine, etc.). J'ai voulu savoir quelle serait l'influence, sur la nature des couleurs, de l'introduction du brome et du groupe AzO^2 dans la molécule de la tétraméthyl-diamido-benzophénone, et, à cet effet, j'en ai préparé le dérivé dinitré et le dérivé dibromé.

» *Dérivé dinitré :* $CO\begin{cases} C^6H^3(AzO^2)Az(CH^3)^2 \\ C^6H^3(AzO^2)Az(CH^3)^2 \end{cases}$. — On dissout la cétone dans 20 parties d'acide sulfurique ordinaire, on ajoute 2 molécules d'azotate de potassium, on mélange intimement et on laisse en contact vingt-quatre heures; on verse alors dans l'eau et l'on sature la solution par le carbonate de sodium. Le précipité dont le poids correspond au rendement théorique est une poudre orangée que l'on purifie en la dissolvant à l'ébullition dans 20 parties d'acétone, et ajoutant à la solution son égal volume d'eau tiède. Il se sépare peu à peu de petits cristaux orangés qu'on peut obtenir assez volumineux en les redissolvant dans l'acétone et abandonnant la solution à l'évaporation lente; ils sont orangés, présentent beaucoup d'éclat et ressemblent au bichromate d'ammoniaque. Ils fondent à 165°-166°.

» La nitration ayant été faite en présence d'un grand excès d'acide sulfurique, il est probable que les groupes AzO^2 se sont placés en méta, et que le dérivé dinitré doit être représenté par la formule



» Réduit au bain-marie par un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorure stanneux, il fournit une base incristallisable qui, par dessiccation, se convertit en une résine dure, facile à pulvériser, fusible entre 66° et 69°, et donnant un picrate cristallisé.

» *Dérivé bromé.* — On prépare le dérivé bromé de la cétone en la dissolvant dans 10 parties de chloroforme et y ajoutant peu à peu 2 molécules de brome. On chasse le chloroforme au bain-marie et l'on reprend le résidu par l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau. Les solutions acides sont précipitées par l'ammoniaque; le précipité blanc, après dessiccation, est cristallisé dans 25 parties d'alcool bouillant.

» La cétone dibromée

$$C^{17}H^{15}Br^2Az^2O = CO\begin{cases} C^6H^3BrAz(CH^3)^2 \\ C^6H^3BrAz(CH^3)^2 \end{cases}$$

cristallise en prismes durs, brillants, fusibles à 130°-131°.

» La cétone dinitrée et la cétone dibromée ont été condensées avec la diméthylaniline et la phényl-α-naphtylamine par le procédé aux chlorures de phosphore et ont donné de nouvelles matières colorantes; mais celles-ci sont plus ternes que les couleurs correspondantes non nitrées et non bromées; elles paraissent cependant avoir plus de résistance au savon.

» L'introduction du brome et du groupe AzO^2 dans les colorants dérivés de la tétraméthyl-diamido-benzophénone ne paraît donc pas avantageuse. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le sucre et la graisse, au point de vue de leur valeur nutritive respective, chez le sujet constamment tenu au repos. Cette valeur est la même que chez le sujet qui travaille;* par M. A. Chauveau.

« Toutes mes Communications précédentes, sur la valeur nutritive des substances alimentaires, particulièrement le sucre et la graisse, concernent la condition du sujet qui travaille (1). J'ai dit, dans l'avant-dernière de ces Communications, que les conclusions relatives à cette condition du sujet qui travaille ont grand'chance d'être également applicables à la condition du sujet tenu au repos. Chez celui-ci, en effet, l'activité du système musculaire est encore très grande. Donc la dépense énergétique, c'est-à-dire la consommation de glycogène qu'entraîne cette activité, dépense incompa-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1070, et t. CXXVI, p. 795 et 1072.

rablement supérieure à celle de tous les autres travaux physiologiques, dans le cas d'exercice, continue à présenter cette supériorité dans le cas de repos. Il en résulte nécessairement que *la théorie de l'identification de la valeur nutritive des aliments, avec leur valeur énergétique ou thermogène, serait aussi bien en défaut dans ce dernier cas que dans le premier.* Il y a lieu d'en donner maintenant les preuves. Elles abondent dans mes expériences. Il suffira d'en citer deux :

» Dans la première, on cherche à réaliser un accroissement de poids du sujet, avec des régimes alimentaires différents, et à voir si l'accroissement, témoin de la valeur nutritive de la ration, est fonction de la valeur énergétique de cette ration.

» Dans la deuxième, deux rations différentes, considérées comme isotrophiques, d'après les résultats des expériences sur le sujet qui travaille, sont données à un sujet qui ne travaille pas, et l'on constate comment, dans cette dernière condition, il s'entretient avec les deux rations.

» Première Expérience. — Le sujet est la chienne dont il est question dans mes précédentes Notes. Après une période de préparation, pendant laquelle l'animal est habitué aux divers régimes qu'il devra suivre, on ouvre une période d'expérimentation régulière qui dure soixante-dix jours, du 14 décembre 1896 au 22 février 1897.

» Cinq séries d'expériences sont faites pendant cette période, pour comparer l'influence que la substitution réciproque du sucre et de la graisse, en proportions variées, peut exercer sur le croît de l'animal quand la valeur nutritive de la ration dépasse plus ou moins les besoins de l'entretien.

» Dans toutes ces séries, la ration fondamentale (journalière) a été de 400^{gr} de viande, valant environ 383^{Cal}. Elle était additionnée d'une ration complémentaire de graisse ou de sucre ayant les valeurs suivantes :

Première série (du 14 au 22 décembre 1896).....	55^{gr} de graisse	valant	517^{Cal}
Deuxième série (du 26 décembre au 5 janvier 1897)..	121 de sucre	»	479,4
Troisième série (du 10 au 20 janvier).....	80 de graisse	»	752,2
Quatrième série (du 27 janvier au 7 février).....	51 de graisse	»	479,4
Cinquième série (du 12 au 22 février).....	121 de sucre	»	479,4

» Entre chaque série, le sujet était mis en inanition, pour être ramené au poids de 17^{kg} environ. De cette manière, le croît avait toujours à peu près le même point de départ et se prêtait ainsi à des comparaisons aussi exactes que possible. Les autres conditions nécessaires à l'exactitude des comparaisons n'ont pas manqué, du reste. Ainsi, pendant les soixante-dix jours qu'ont duré les expériences, la santé de l'animal parut constamment et également bonne. Les fèces, un peu plus abondantes pendant les séries-sucre, surtout pendant la dernière, le furent pourtant beaucoup moins que plus tard, au cours des expériences avec travail.

» Les Tableaux suivants résument les résultats obtenus et les conclusions qu'on en peut tirer. A se rapporte aux séries-graisse, B aux séries-sucre.

TABLEAU I. — *Résultats totalisés de la première expérience.*

	I. N° d'ordre et durée des séries.	II. Poids total de la viande donnée comme ration fondamentale.	III. Poids total du sucre ou de la graisse donnés comme rations complémentaires.	IV. Valeur énergétique (en calories) des rations fondamentales.	V. Valeur énergétique (en calories) des rations complémentaires.	VI. Valeur énergétique totale (en calories) des rations administrées.	VII. Poids gagné représentant l'excédent de valeur nutritive des rations.	VIII. Nombre de calories des rations totales répondant à 1 gramme d'accroissement.	IX. Nombre de calories des rations complémentaires répondant à 1 gramme d'accroissement
		gr	gr	Cal	Cal	Cal	gr	Cal	Cal
A.	N° 1 (9 jours)	3600	495	3449	4653	8102	750	10,803	6,220
	N° 3 (11 jours).....	4400	880	4215	8272	12487	1350	9,249	6,127
	N° 4 (12 jours).....	4800	612	4598	5753	10351	620	16,695	9,279
	Ensemble (32 j.)...	12800	1987	12262	18678	30940	2720	11,375	**6,867**
B.	N° 2 (11 jours).....	4400	1331	4215	5273	9488	1315	7,215	4,009
	N° 5 (11 jours).....	4400	1331	4215	5273	9488	875	10,843	6,026
	Ensemble (22 j.)...	8800	2662	8430	10546	18976	2190	8,665	**4,815**

» La signification des faits résumés dans ce Tableau I est donnée par la comparaison des nombres appartenant respectivement à A (graisse) et B (sucre) dans les deux dernières colonnes VIII et IX (1). J'appelle plus particulièrement l'attention sur les deux nombres imprimés en chiffres gras. Ils indiquent combien il a fallu de calories pour obtenir un croît de 1gr avec les rations complémentaires de graisse et de sucre. Or, on voit que ce croît de 1gr, avec la ration graisse, répond à la consomma-

(1) Est-il besoin de faire remarquer que ces nombres des colonnes VIII et IX n'ont que la valeur proportionnelle empruntée à la comparaison qu'on en peut faire entre eux. La plus grande partie de la ration totale est employée à l'entretien simple, *sans croît*. L'excédent seul, excédent indéterminé, passe dans le *croît*, consistant dans la fixation d'une certaine quantité d'albuminoïdes, de glycogène (?), et surtout de graisse. Lawes et Gilbert, dans leurs calculs, raisonnent comme si la graisse alimentaire se fixait en nature et attribuent aux hydrates de carbone la propriété de se transformer en graisse, dans la proportion de 2,45 d'hydrate de carbone pour 1 de graisse. Je n'ai aucune raison de penser que, sur mon sujet, les choses se soient passées autrement, pour la partie de la ration excédant les besoins de l'entretien simple. Mais je n'ai pas davantage de motifs d'affirmer qu'il en a été ainsi, quoique toutes les probabilités soient en faveur de cette affirmation. J'avais pensé trouver, dans mes nombreux documents, ceux qui m'auraient permis de me prononcer nettement. Mais je suis obligé de reconnaître qu'ils sont trop incomplets. C'est une étude nouvelle à faire. Elle ne se rattache heureusement que très indirectement à mon étude actuelle. Il n'y a aucun inconvénient à l'ajourner.

tion d'un potentiel valant $6^{Cal},867$, tandis que, avec la ration sucre, le même croît de 1^{gr} répond à la consommation d'un potentiel valant seulement $4^{Cal},815$. Différence en faveur du sucre : $2^{Cal},052$. Rapport exprimant la valeur de l'avantage appartenant au sucre : $\frac{6,867}{4,815} = 1,426$.

» Donc, *chez le sujet au repos, comme chez celui qui travaille, la valeur nutritive du sucre et de la graisse n'est pas fonction de la valeur énergétique de ces deux substances. A valeur énergétique moindre, la ration-sucre exerce sur l'entretien une action plus favorable que la ration-graisse.*

» Dans le Tableau II, on a représenté le résultat journalier moyen de chaque série, calculé avec les nombres du premier Tableau.

TABLEAU II. — *Résultats moyens de la première expérience pour chaque période de vingt-quatre heures.*

	I. N° d'ordre des séries.	II. Poids de la viande formant la ration fondamentale.	III. Poids du sucre ou de la graisse formant la ration complémentaire.	IV. Valeur énergétique (en calories) de la ration fondamentale.	V. Valeur énergétique (en calories) de la ration complémentaire.	VI. Valeur énergétique totale de la ration.	VII. Poids gagné représentant l'excédent de valeur nutritive de la ration.	VIII. Rapport de la valeur de l'accroissement à la valeur énergétique de la ration totale $\left(\frac{VII}{VI}\right)$.	IX. Rapport de la valeur de l'accroissement à la valeur énergétique de la ration complémentaire $\left(\frac{VII}{V}\right)$.
		gr	gr	Cal	Cal	Cal	gr		
A.	N° 1	400	55	383,5	517	900,5	83,33	0,092	0,161
	N° 3	400	80	383,5	752	1135,5	122,72	0,108	0,163
	N° 4	400	51	383,5	**479,4**	**862,9**	**51,66**	0,060	**0,108**
	Moy. d'ensemble..	400	62	383,5	582,8	966,3	85,90	0,088	**0,145**
B.	N° 2	400	121	383,5	**479,4**	**862,9**	**119,54**	0,139	**0,249**
	N° 5	400	121	383,5	**479,4**	**862,9**	**79,54**	0,092	**0,166**
	Moy. d'ensemble..	400	121	383,5	**479,4**	**862,9**	99,54	0,115	**0,207**

» Des deux nombres en chiffres gras de la colonne IX ressort encore dans ce Tableau II la supériorité de la valeur nutritive du sucre, eu égard à sa valeur énergétique. Pour la ration-graisse, le rapport entre ces deux valeurs s'exprime par la fraction 0,145; pour la ration-sucre, le rapport est 0,207; c'est-à-dire que la valeur nutritive de la graisse étant estimée 1, celle du sucre est $\frac{207}{145} = 1,427$.

» Le défaut de parallélisme entre la valeur nutritive et la valeur énergétique des rations complémentaires se reproduit donc comme tout à l'heure. Il se manifeste même avec des caractères plus saisissants dans le Tableau II, grâce aux moyennes quotidiennes qui y sont consignées. Que l'on compare celles des séries n° 4 (graisse), n^{os} 2 et 5 (sucre); dans les trois cas, la valeur énergétique des rations est exactement la

même. Mais le rapport de la valeur nutritive à cette valeur énergétique atteint 0,108 seulement pour la graisse et s'élève à 0,166, même 0,249, moyenne 0,207, pour le sucre. La supériorité de celui-ci sur celle-là atteint donc $\frac{207}{108} = 1,916$. Il y a eu peut-être à cette supériorité exubérante quelques causes accidentelles (quoiqu'on n'en puisse imaginer aucune). Mais l'ensemble des résultats n'en permettrait pas moins d'affirmer que *la supériorité de la valeur nutritive de la ration-sucre sur celle de la ration-graisse peut s'exagérer lorsque cette dernière valeur, au lieu de l'emporter sur la première au point de vue énergétique, en est tout simplement l'équivalent.*

» Deuxième expérience. — Il s'agit d'une expérience faite sur un chien quelque peu âgé. Après plusieurs jours d'entraînement, il a été soumis pendant soixante-six jours à l'alternance des rations complémentaires de sucre et de graisse dans les conditions suivantes :

» L'alternance avait lieu tous les trois jours.

» On donnait à l'animal, chaque matin, 500^{gr} de viande dégraissée, avec du sucre ou du saindoux en quantités réciproquement équivalentes au point de vue nutritif, ou plutôt jugées telles d'après les expériences antérieures sur la chienne soumise au travail (graisse 1, sucre 1,52). De plus, de l'eau était mise à la disposition de l'animal au moment de son repas. Mais il n'en prenait que rarement et toujours en très petite quantité, en sorte que la question boisson peut être entièrement laissée de côté.

» Dans une première période, d'une durée de trente jours (du 20 janvier au 19 février 1898), le sujet reçut, avec la viande, tantôt $76^{gr},5$ de sucre, tantôt 50^{gr} de saindoux.

» Dans une deuxième période, d'une durée de douze jours (du 20 février au 3 mars), les rations complémentaires furent portées à 153^{gr} de sucre et 100^{gr} de saindoux.

» Enfin, dans une troisième période, d'une durée de vingt-quatre jours (du 4 au 27 mars), le sucre fut donné à la dose de 230^{gr} et le saindoux à celle de 150^{gr}.

» Le chien, laissé en repos complet, n'était déplacé que pour les pesées. Elles avaient lieu le matin après le repas, c'est-à-dire au début de la journée expérimentale, le soir vers 7^{h} et le lendemain matin avant le repas, à la fin de ladite journée expérimentale.

» On était renseigné sur les effets nutritifs des deux alimentations comparées par les résultats de cette dernière pesée. Ils sont résumés dans le Tableau suivant, pour chacune des vingt-deux séries de trois jours, pendant lesquelles le sucre et la graisse ont été alternativement substitués l'un à l'autre dans la ration.

» Le Tableau ci-dessous nous apprend que, du commencement à la fin de l'expérience, il y a eu un croît total de 932^{gr} (de $21^{kg},280$ à $22^{kg},212$). Ce gain de 932^{gr} s'est produit à la fois pendant les séries-sucre et pendant les séries-graisse, mais d'une manière inégale. Les séries-sucre y ont contribué pour 730^{gr} et les séries-graisse pour 202^{gr} seulement. Celles-ci auraient donc été sensiblement inférieures à celles-là. Y a-t-il eu infériorité réelle tenant à l'alimentation elle-même? Il y a quelque probabilité à ce que la légère différence qui, en nombre d'autres circonstances, s'est manifestée à l'avantage du sucre, quand il était donné, par rapport à la graisse, dans la proportion de 1,52

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55, A PARIS.

L'INTERMÉDIAIRE

DES

MATHÉMATICIENS

DIRIGÉ PAR

C.-A. LAISANT,
Docteur ès Sciences,

ÉMILE LEMOINE,
Ingénieur civil,

Anciens Élèves de l'Ecole Polytechnique.

Tome V. — Année 1898.

PRIX POUR UN AN (12 NUMÉROS) :

Paris, 7 fr. — Départements et Union postale, 8 fr. 50.

Un numéro spécimen est envoyé sur demande.

MM. *Laisant* et *Lemoine* ont eu l'idée de mettre en rapport scientifique les mathématiciens, au moyen d'un organe international dont le titre, L'INTERMÉDIAIRE DES MATHÉMATICIENS, indique le but. Ce recueil mensuel n'admet d'autres articles que des questions posées par les mathématiciens à leurs collègues, soit pour en indiquer l'intérêt général, soit pour les besoins de leurs recherches personnelles, et les réponses à ces questions. La Mathématique est si vaste maintenant que nul n'en connaît complètement même une des branches et qu'une question de détail peut arrêter longtemps un savant de premier ordre, si ce détail sort du cadre de ses études ordinaires, tandis qu'elle ne serait qu'un jeu pour un autre.

Cette publication répond évidemment à un besoin, car, dès que les rédacteurs se sont occupés d'obtenir dans leurs relations les questions qui formeraient les premiers numéros, et de les communiquer autour d'eux, pour avoir *quelques réponses* dès l'origine, ils ont trouvé un accueil qui a dépassé leurs espérances les plus optimistes; la liste des correspondants effectifs du journal, liste déjà longue, comprend les noms de membres de l'Institut, et d'un grand nombre de géomètres connus, mêlés à beaucoup d'autres moins en vue, car le but et l'essence même de l'*Intermédiaire des mathematiciens* est d'être utile *à tous ceux qui cultivent la Mathématique*. L'idée était si nouvelle que les rédacteurs de l'*Intermédiaire* n'ont dû viser que des débuts très modestes, puisque le prix annuel de l'abonnement n'est que de 7 francs pour Paris, 8 fr. 50 pour la province et les pays de l'Union postale.

On peut adresser les questions et communications soit à M. Laisant, 162, avenue Victor-Hugo, soit à M. Lemoine, 5, rue Littré, soit chez les éditeurs.

Chacun des tomes I et II (1894 et 1895) se vend ..... 5 fr.

Les tomes III et IV (1896-1897) se vendent chacun ..... 7 fr.

25718 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS ET FILS, quai des Grands-Augustins, 55.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55, A PARIS.

NOUVELLES ANNALES DE MATHÉMATIQUES

JOURNAL DES CANDIDATS

AUX ÉCOLES SPÉCIALES, A LA LICENCE ET A L'AGRÉGATION,

RÉDIGÉ PAR

C.-A. LAISANT,

Docteur ès Sciences, Professeur à Sainte-Barbe,
Répétiteur a l'École Polytechnique,

ET

X. ANTOMARI,

Docteur ès Sciences, ancien Élève de l'École Normale,
Professeur de Mathématiques spéciales au lycée Carnot

**Publication fondée en 1842 par Gerono et Terquem,
et continuée par Gerono, Prouhet, Bourget, et MM. Brisse et Rouché.**

Les *Nouvelles Annales de Mathématiques* paraissent chaque mois et forment par an un volume in-8 de 37 feuilles, avec figures dans le texte.

PREMIÈRE SÉRIE : 20 volumes in-8 (1842 à 1861)..... **300 fr.**
Les tomes I à VII et XVI (1842-1848 et 1857) ne se vendent pas séparément.
Les autres tomes de la première série se vendent séparément.... **15 fr.**

DEUXIÈME SÉRIE : 20 volumes in-8 (1862 à 1881)..... **300 fr**
Les tomes I à III, V et XIX (1862 à 1864, 1866 et 1880) ne se vendent pas séparément.
Les autres tomes de la deuxième série se vendent séparément.. **15 fr.**
On peut se procurer l'une des Séries ou les deux Séries au moyen de payements mensuels de **30** *fr.*

La **TROISIÈME SÉRIE**, commencée en 1882, continue de paraître chaque mois par cahier de 48 pages au moins.
Les tomes I à XVI (1882 à 1897) de la troisième série se vendent séparément ..... **15 fr.**

Les Abonnements sont annuels et partent de janvier.

Prix pour un an (12 *numéros*) :

Paris..... **15 fr.**
Départements et Pays faisant partie de l'Union postale..... **17 fr.**
Autres pays..... **20 fr.**

ou 1,53 à 1, ait été exagérée ici par une cause accidentelle, qui serait intervenue à la fin de l'expérience, dans les deux dernières séries. Si l'on supprimait ces deux dernières-séries, le gain total serait 908gr, dont 500gr pour les séries-sucre et 408gr pour les séries graisse. On retrouverait ainsi les proportions approchées de l'égalité qui se constatent le plus souvent.

Tableau résumant les résultats de la deuxième expérience.

		Séries A. — Sucre.			*Séries* B. — Graisse.		
		Poids moyen pour les trois jours de chaque série.	Oscillations du poids moyen. Gain	— Perte = Accroiss^{t}.	Poids moyen pour les trois jours de chaque série.	Oscillations du poids moyen. Gain	— Perte = Accroiss^{t}.
		kg	gr	gr	kg	gr	gr
	1re série . . .	21,280	0	0	»	»	»
	2e » . . .	»	»	»	21,360	80	»
	3e » . . .	21,497	137	»	»	»	»
1re *période :*	4e » . . .	»	»	»	21,605	108	»
sucre 76gr,5	5e » . . .	21,473	»	132	»	»	»
ou	6e » . . .	»	»	»	21,587	114	»
graisse 50gr.	7e » . . .	21,527	»	60	»	»	»
	8e » . . .	»	»	»	21,550	23	»
	9e » . . .	21,528	»	22	»	»	»
	10e » . . .	»	»	»	21,363	»	165
2e *période :*	11e » . . .	21,543	180	»	»	»	»
sucre 153gr	12e » . . .	»	»	»	21,603	60	»
ou	13e » . . .	21,627	24	»	»	»	»
graisse 100gr.	14e » . . .	»	»	»	21,810	183	»
	15e » . . .	22,008	198	»	»	»	»
	16e » . . .	»	»	»	22,047	39	»
3e *période :*	17e » . . .	22,055	8	»	»	»	»
sucre 230gr	18e » . . .	»	»	»	21,988	»	67
ou	19e » . . .	22,155	167	»	»	»	»
graisse 150gr.	20e » . . .	»	»	»	22,188	33	»
	21e » . . .	22,418	230	»	»	»	»
	22e » . . .	»	»	»	22,212	»	206
Totaux et balance			944	— 214 = 730		640	— 438 = 202

» Peut-être faut-il voir, dans ces résultats, l'effet de la différence de digestibilité existant entre le sucre et la graisse. Les quantités de sucre que le chien peut digérer intégralement sont vraiment considérables. Au contraire, la graisse échappe partiellement à l'action digestive si la quantité ingérée dépasse certaines limites. Or, dans notre expérience, on voit diminuer la part proportionnelle que le régime-graisse prend au croît, à mesure que la quantité de graisse ingérée augmente. Ainsi, à la dose de 50gr, la graisse est plutôt supérieure au sucre. A celle de 100gr, la graisse descend

à l'égalité de valeur nutritive avec le sucre. Enfin, cette égalité est rompue à l'avantage du sucre quand la ration de graisse est portée à 150gr. Mais je n'ai pas à insister pour le moment sur ce point. Ce sont là des questions un peu compliquées, qui ne se résoudront qu'avec des vérifications expérimentales nombreuses, variées et surtout prolongées.

» Mais nous n'avons pas besoin de ces solutions pour tirer de notre expérience actuelle l'enseignement qu'elle comporte. La signification en est très nette et très précise au point de vue de la théorie des poids et des substitutions isodynamiques. Comme la première, cette deuxième expérience démontre que, *chez l'animal au repos, pas plus que chez le sujet qui travaille, la valeur nutritive du sucre et de la graisse n'a pour mesure la valeur énergétique de ces deux substances.*

» Conclusions. — *Lorsque le sucre et la graisse sont introduits dans la ration d'un sujet tenu au repos, ces deux aliments se comportent, au point de vue nutritif, comme chez le sujet qui travaille.*

» *Leur valeur nutritive respective n'a aucun rapport avec leur valeur énergétique. C'est plutôt l'aptitude de ces deux substances à se transformer en glycogène qui règle leur valeur nutritive, aptitude supposée avoir la valeur* 1 *pour le sucre et la valeur* 1,52 *pour la graisse.*

» *Toutefois, la proportion* 1,52 *de sucre se montre presque toujours un peu supérieure à la proportion* 1 *de graisse, dans les rations alimentaires de l'animal au repos.*

» *Cette supériorité du sucre semble être plus évidente quand la ration est assez forte pour imprimer à l'animal un croît très sensible. Mais il serait prématuré de se prononcer dès maintenant sur ce sujet d'une manière ferme.*

» Cette Note clôt la série des études que je poursuis depuis plus de deux ans sur la valeur nutritive des deux aliments simples sucre et graisse. Le but visé par ces études a été atteint. Je voulais savoir si la valeur nutritive du sucre et de la graisse a pour mesure leur valeur énergétique, c'est-à-dire leur chaleur de combustion, et j'ai appris qu'il n'en est rien. En faisant ainsi échec, en l'une de ses parties importantes, à la théorie des poids et des substitutions isodynamiques, les résultats que j'ai obtenus écartent la principale objection opposée à mes déterminations sur la source de l'énergie dépensée par le muscle en action. L'attribution exclusive, ou à peu près exclusive, de cette destination au glycogène musculaire rencontrera, peut-être, d'autres objections. Je m'emploierai moi-même à en faire surgir, au cours des nouvelles expériences par lesquelles je me propose de contrôler mes propositions fondamentales sur l'énergétique musculaire. »

M. Maurice Lévy fait hommage à l'Académie de la première Partie de son « Étude sur les moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux », rédigée en collaboration avec M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées *Pavie*.

Cette première Partie contient l'historique de la question du halage funiculaire et les problèmes théoriques qui s'y rattachent.

Dans la seconde Partie, il sera rendu compte des détails d'exécution et des deux applications du nouveau mode de traction faites : l'une en France, au souterrain du mont de Billy, sur le canal de l'Aisne à la Marne; l'autre en Belgique, pour accélérer le passage des bateaux sous un pont tournant de chemin de fer établi sur le Ruppel.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1898.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Wilde. — MM. Sarrau, J. Bertrand, Berthelot, Mascart, Michel Lévy.

Prix Vaillant. — MM. Fouqué, Marcel Bertrand, Michel Lévy, Hautefeuille, de Lapparent.

Prix Desmazières. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Guignard, Bonnier.

Prix Montagne. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Guignard, Bonnier.

Prix La Fons-Melicocq. — MM. Chatin, Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier.

Prix Thore. — MM. Van Tieghem, Bornet, Blanchard, Perrier, Guignard.

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Perrier, Grandidier.

Prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*). — MM. Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Chauveau, Brouardel, Lannelongue, d'Arsonval, Duclaux.

Prix Bréant. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, Potain, d'Arsonval, Lannelongue.

Prix Godard. — MM. Guyon, Bouchard, Potain, Lannelongue, d'Arsonval.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Jund** adresse, de Bucarest, une Note relative aux procédés à employer pour perfectionner la reproduction des couleurs, en Photographie.

(Commissaires : MM. Lippmann, H. Becquerel, d'Arsonval.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'ellipsoïde de Jacobi.*
(Extrait d'une Lettre du P. **S. Krüger** à M. le Président.)

« L'honneur fait à mon Article *Sur l'ellipsoïde de Jacobi,* dans la séance du 7 mars dernier, m'oblige à attirer encore l'attention de l'Académie sur une erreur qui s'y était glissée par rapport au travail de M. Schwarzschild. Celui-ci m'écrit, en effet, qu'il connaissait fort bien le résultat d'Ed. Roche donnant la distance minimum $2{,}44R\sqrt[3]{\frac{\delta}{\rho}}$ d'un satellite *ellipsoïdal* de densité ρ à sa planète de densité δ et de rayon R; mais ce qu'il y a ajouté, c'est que *toute* série de formes d'équilibre. même de celles qui ne seraient pas ellipsoïdales, est impossible en deçà de cette limite. Au contraire, le nombre 2,44, trouvé par Roche en 1849, paraît bien avoir été inconnu aux autres auteurs cités dans mon Article et écrivant dix ans et trente ans plus tard. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement d'un corps grave de révolution suspendu par un point de son axe.* Note de M. **E. Jahnke**, présentée par M. E. Picard.

« Jacobi, Lottner et Hess ont résolu le problème relatif à la rotation d'un corps grave de révolution suspendu par un point de son axe, en exprimant les neuf cosinus directeurs et les six composantes de rotation au moyen des fonctions thêta ou sigma d'un seul argument. M. F. Caspary a traité ce problème sous un nouveau point de vue et a montré que ces expressions découlent des identités absolues (voir *Bull. des Sc. math.*.

t. XIII, p. 103-109). Pour cela il n'était pas nécessaire d'établir les équations différentielles dont lesdites expressions forment les intégrales. Cependant, la méthode due à M. F. Caspary conduit aussi aisément à ces équations différentielles. C'est ce que je vais montrer dans cette Note en m'appuyant sur un théorème qui lie les équations différentielles du système composé à celles des deux systèmes orthogonaux composants.

» En adoptant la notation de M. F. Caspary, appelons le groupe des quinze quantités $a_{mn}(m, n = 1, 2, 3)$,

$$\begin{aligned} p_h &= -(a_{1k}da_{1l} + a_{2k}da_{2l} + a_{3k}da_{3l}), \quad (h, k, l = 1, 2, 3 \\ v_h &= \quad a_{k1}da_{l1} + a_{k2}da_{l2} + a_{k3}da_{l3} \qquad\qquad 2, 3, 1 \\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad 3, 1, 2) \end{aligned}$$

éléments d'un système orthogonal. Je commence par établir un théorème qui lie les *éléments* d'un système composé aux *éléments* des deux systèmes composants :

» I. *En désignant par* $a^{(\nu)}_{mn}$, $p^{(\nu)}_h$, $v^{(\nu)}_h$ $(\nu = 1, 2)$ *les éléments de deux systèmes orthogonaux, les éléments du système composé s'expriment identiquement par les relations suivantes :*

$$\begin{aligned} a_{mn} &= \quad a'_{m1}a''_{n1} + a'_{m2}a''_{n2} + a'_{m3}a''_{n3}, \\ p_h &= \quad a''_{h1}p'_1 + a''_{h2}p'_2 + a''_{h3}p'_3 - v''_h, \\ v_h &= -(a'_{h1}p''_1 + a'_{h2}p''_2 + a'_{h3}p''_3) + v'_h. \end{aligned}$$

» En vertu de ce théorème les équations différentielles du système composé se déduisent des équations différentielles des systèmes composants.

» En effet, on tire d'abord de ces relations :

$$(1) \qquad a'_{3h} = a''_{1h}a_{31} + a''_{2h}a_{32} + a''_{3h}a_{33},$$

$$(2) \qquad \begin{cases} p_h - p''_h = a''_{1h}p_1 + a''_{2h}p_2 + a''_{3h}p_3, \\ v'_3 - a'_{31}p''_1 - a'_{32}p''_2 - a'_{33}p''_3 = v_3. \end{cases}$$

» Supposons, de plus, que les *éléments* des systèmes $(a^{(\nu)}_{mn})$ $(\nu = 1, 2)$ dépendent respectivement des arguments u_ν, v_ν et des fonctions quelconques G_ν. Alors M. F. Caspary [voir *Journ. de Math.* (4), t. VI, p. 376] les a représentés, au moyen des fonctions sigma d'un seul argument, de la

manière suivante :

$$a_{1h}^{(\nu)} \pm i a_{2h}^{(\nu)} = - G_\nu^{\pm 1} \varepsilon_h \frac{\sigma_h(u_\nu \pm v_\nu)}{\sigma u_\nu \sigma v_\nu},$$

$$a_{3h}^{(\nu)} = i \varepsilon_h \frac{\sigma_h u_\nu \sigma_h v_\nu}{\sigma u_\nu \sigma v_\nu},$$

$$p_h^{(\nu)} = \varepsilon_h m_h^{(\nu)} \frac{\sigma_h u_\nu \sigma_h v_\nu}{\sigma u_\nu \sigma v_\nu}, \qquad \begin{pmatrix} h = 1, 2, 3 \\ \nu = 1, 2 \end{pmatrix}$$

$$p_1^{(\nu)} \pm i p_2^{(\nu)} = G_\nu^{\pm 1} \frac{\sigma(u_\nu \pm v_\nu)}{\sigma u_\nu \sigma v_\nu} (du_\nu \pm dv_\nu),$$

$$p_3^{(\nu)} = - i m_0^{(\nu)},$$

où

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{\sqrt{e_3 - e_1}\sqrt{e_1 - e_2}}, \qquad \varepsilon_2 = - \frac{1}{\sqrt{e_1 - e_2}\sqrt{e_2 - e_3}}, \qquad \varepsilon_3 = \frac{1}{\sqrt{e_2 - e_3}\sqrt{e_3 - e_1}},$$

$$(3) \qquad m_j^{(\nu)} = \frac{\sigma_j' u_\nu}{\sigma_j u_\nu} dv_\nu + \frac{\sigma_j' v_\nu}{\sigma_j v_\nu} du_\nu + d \log G_\nu. \qquad (j = 0, 1, 2, 3)$$

» C'est de ce système orthogonal que découlent les relations caractéristiques

$$(4) \qquad \begin{cases} p_h' = - i a_{3h}' m_h', & p_3' = - i m_0', \\ p_h'' = - i a_{3h}'' m_h'', & p_3'' = - i m_0''. \end{cases} \qquad (h = 1, 2, 3)$$

» La substitution de ces relations transforme les identités (2) en

$$- i a_{3h}' m_h' + i a_{3h}'' m_h'' = a_{1h}'' p_1 + a_{2h}'' p_2 + a_{3h}'' p_3,$$

$$- i v_3 = - m_0' + a_{31}' a_{31}'' m_1'' + a_{32}' a_{32}'' m_2'' + a_{33}' a_{33}'' m_3''.$$

» En combinant ces relations aux identités (1), on obtient le théorème :

» II. *Entre les* éléments *d'un système composé de deux systèmes orthogonaux qui s'expriment au moyen des fonctions sigma d'un seul argument existent les relations caractéristiques suivantes :*

$$- i a_{3h} = l_{h1} p_1 + l_{h2} p_2 + l_{h3} p_3 - i l_{h4}, \qquad (h = 1, 2, 3)$$

$$- v_3 = a_{31} v_1'' + a_{32} v_2'' + a_{33} v_3'' - m_0',$$

où

$$l_{mn} = \frac{a_{m1}'' a_{n1}''}{m_1'} + \frac{a_{m2}'' a_{n2}''}{m_2'} + \frac{a_{m3}'' a_{n3}''}{m_3'} = l_{nm}, \qquad (m, n = 1, 2, 3)$$

$$l_{h4} = \frac{m_1'' a_{h1}'' a_{31}''}{m_1'} + \frac{m_2'' a_{h2}'' a_{32}''}{m_2'} + \frac{m_3'' a_{h3}'' a_{33}''}{m_3'}, \qquad (h = 1, 2, 3)$$

et les expressions m_j', m_j'' sont définies par les formules (3).

» Si l'on pose, de plus,

$$2T = \sum_{m,\,n}^{1,\,2,\,3} l_{mn} p_m p_n + \text{const.}, \tag{5}$$

on a

$$-ia_{3h} = \frac{\partial T}{\partial p_h} - il_{h3}. \tag{6}$$

» Les arguments u_v et v_v étant fonctions d'une seule variable t, les identités différentielles

$$da_{3h} = a_{3k} p_l - a_{3l} p_k$$

conduisent au théorème :

» III. *Les expressions des* éléments *du système* (a_{mn}) *établies par M. F. Caspary* (voir *Comptes rendus*, t. CVII, p. 859-862; 1888) *au moyen des fonctions sigma satisfont aux équations différentielles*

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial p_h} = p_l \frac{\partial T}{\partial p_k} - p_k \frac{\partial T}{\partial p_l} - i(l_{k3} p_l - l_{l3} p_k) + i\frac{dl_{h3}}{dt}, \qquad \begin{matrix}(h, k, l = 1, 2, 3\\ 2, 3, 1\\ 3, 1, 2)\end{matrix}$$

où l'expression T *est définie par la formule* (5).

» Il reste encore à établir les relations qui existent entre les intégrales de ces équations différentielles. Elles découlent immédiatement des identités algébriques

$$a_{31}^2 + a_{32}^2 + a_{33}^2 = 1, \qquad a_{31} p_1 + a_{32} p_2 + a_{33} p_3 = v_3,$$

combinées aux relations (6).

» Les problèmes qui conduisent aux équations différentielles que je viens d'établir trouvent leurs solutions complètes par lesdites expressions de M. F. Caspary. Tout particulièrement, on retrouve ainsi les résultats dus, dans le problème de la rotation d'un corps grave de révolution suspendu par un point de son axe, à Jacobi, Lottner, Hermite, Hess, Halphen et Darboux. »

MÉCANIQUE. — *Sur les fonctions potentielles de la théorie de l'élasticité.* Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat**, présentée par M. Émile Picard.

« M. Somigliana paraît avoir, le premier, examiné si les intégrales du système

$$\Delta_2 u + \xi \frac{\partial \theta}{\partial x} = 0, \qquad \Delta_2 v + \xi \frac{\partial \theta}{\partial y} = 0, \qquad \Delta_2 w + \xi \frac{\partial \theta}{\partial z} = 0, \tag{1}$$

vérifiant dans un domaine les conditions de continuité fondamentales, sont des fonctions analytiques. Dans le cas où $\xi + 1 = 0$, ces intégrales sont déterminées par la formule

$$u = (z - z_0)\frac{\partial\varphi}{\partial y} - (y - y_0)\frac{\partial\varphi}{\partial z} + \frac{\partial\psi}{\partial x} \tag{2}$$

et par deux autres formules analogues, φ étant une fonction harmonique et ψ une fonction *quelconque;* de là résulte que, $f(x)$ désignant une fonction dont la dérivée s'annule pour $x = 0$, les dérivées premières de la fonction $f(\alpha)$ donnent des intégrales du système (1), où $\xi + 1 = 0$, qui s'annulent en un point quelconque de la surface $\alpha = 0$. Les formules telles que (2) ont leur origine dans ce fait que l'équation de Laplace possède les transformations infinitésimales

$$(a + hx + qz - ry)\frac{\partial}{\partial x} + (b + hy + rx - pz)\frac{\partial}{\partial y} + (c + hz + py - qx)\frac{\partial}{\partial z};$$

à cette même remarque on peut rattacher les nombreuses formules qui expriment explicitement, lorsque $\xi + 1 \neq 0$, toutes les intégrales analytiques du système (1) au moyen de fonctions harmoniques.

» Revenons, pour y insister, sur la saisissante analogie qui existe entre le système (1) et l'équation de Laplace. Les solutions de l'équation de Laplace, homogènes en $x - a$, $y - b$, $z - c$, qui ont le plus d'intérêt, dérivent d'une seule d'entre elles, savoir l'inverse de la distance r des deux points (x, y, z), (a, b, c); les solutions analogues du système (1) qui sont données, pour ξ quelconque, par la formule

$$u_i = U_i - \frac{\xi}{2[\xi(i-1) + 2i - 1]} r^2 \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial U_i}{\partial x} + \frac{\partial V_i}{\partial y} + \frac{\partial W_i}{\partial z}\right) \tag{3}$$

et deux autres formules semblables, où U_i, V_i, W_i sont des solutions de l'équation de Laplace, homogènes en $x - a$, $y - b$, $z - c$, dérivent de même de la seule solution (u', v', w') que l'on obtient en prenant

$$i = -1, \qquad U_i = \frac{kA}{r}, \qquad V_i = \frac{kB}{r}, \qquad W_i = \frac{kC}{r}, \qquad k = \frac{3(2\xi + 3)}{\xi + 1},$$

A, B et C étant des constantes arbitraires. Là ne se borne pas l'importance de la *fonction dirigée* (u', v', w'); elle joue dans la théorie de l'élasticité exactement le rôle de l'inverse de r dans celle du potentiel newtonien; en la plaçant à la base des recherches des géomètres italiens, on rend plus frappantes les analogies déjà nombreuses qu'ils ont établies entre le système

(1) et l'équation de Laplace et l'on a le moyen d'en ajouter beaucoup d'autres.

» Le système (1) se rattache, par le calcul des variations, à l'expression σ de notre précédente Communication; désignons par $-\rho\mathfrak{X}$, $-\rho\mathfrak{Y}$, $-\rho\mathfrak{Z}$ les premiers membres de ce système et définissons trois fonctions $\mathfrak{F}$, $\mathfrak{G}$, $\mathfrak{H}$ par des formules telles que

$$(4) \qquad \mathfrak{F} = l\frac{\partial\sigma}{\partial\frac{\partial u}{\partial x}} + m\frac{\partial\sigma}{\partial\frac{\partial u}{\partial y}} + n\frac{\partial\sigma}{\partial\frac{\partial u}{\partial z}},$$

où l, m, n sont les cosinus directeurs de la normale extérieure à la surface d'un domaine; puis formons pour un second déplacement (u_1, v_1, w_1) les expressions analogues $-\rho\mathfrak{X}_1$, $-\rho\mathfrak{Y}_1$, $-\rho\mathfrak{Z}_1$, $\mathfrak{F}_1$, $\mathfrak{G}_1$, $\mathfrak{H}_1$; nous aurons la relation

$$(5) \qquad \iiint\Sigma\rho\mathfrak{X}u_1\,d\tau + \iint\Sigma\mathfrak{F}u_1\,ds = \iiint\Sigma\rho\mathfrak{X}_1 u\,d\tau + \iint\Sigma\mathfrak{F}_1 u\,ds$$

qui ne diffère pas essentiellement de celle de Betti relative au cas où $X = Y = Z = -1$. En reprenant ici avec la fonction dirigée (u', v', w') la théorie que l'on développe pour l'équation de Laplace avec l'inverse de r, on obtient la relation

$$(6) \quad 4\pi(Au + Bv + Cw) = \iiint\Sigma\rho\mathfrak{X}u'\,d\tau + \iint\Sigma\mathfrak{F}u'\,ds - \iint\Sigma\mathfrak{F}'u\,ds$$

qui donne une modification utile des formules de M. Somigliana.

» Chacune des trois intégrales du second membre de (6) peut se mettre sous la forme $4\pi(AU + BV + CW)$; la *fonction dirigée* (U, V, W) est, dans les trois cas, respectivement l'analogue du potentiel newtonien d'une masse à trois dimensions, du potentiel d'une simple couche et du potentiel d'une double couche. La première intégrale de (6) a été rencontrée par Lord Kelvin; MM. Volterra et Lauricella ont établi qu'elle jouit à l'égard du système (1) des mêmes propriétés que le potentiel newtonien à l'égard de l'équation de Laplace. Ajoutons que les constantes $4\pi A$, $4\pi B$, $4\pi C$ peuvent être interprétées comme les composantes d'une *force en un point* à laquelle répond le déplacement (u', v', w') et que les trois intégrales $\iint\mathfrak{F}'\,ds$, $\iint\mathfrak{G}'\,ds$, $\iint\mathfrak{H}'\,ds$, qui forment la notion analogue à l'intégrale de Gauss, sont nulles, respectivement égales à $4\pi A$, $4\pi B$, $4\pi C$, ou à $2\pi A$, $2\pi B$, $2\pi C$ suivant que (a, b, c) est extérieur à la surface d'intégration, lui est intérieur ou situé sur elle. La seconde intégrale de (6) est identique,

pour $X = Y = Z = -1$, à la solution envisagée en 1895 par M. Poincaré; M. Lauricella a également démontré dans ce cas les propriétés de cette solution qui en font l'analogue du potentiel d'une simple couche; ces propriétés subsistent dans le cas général où nous nous plaçons. Enfin, désignons par $4\pi\Phi(a, b, c)$ la troisième intégrale de (6), par $4\pi\Phi_s$ sa valeur en un point s de la surface d'intégration, par $4\pi\Phi_{is}$ sa limite quand (a, b, c) tend vers s à l'intérieur de la surface, par $4\pi\Phi_{es}$ sa limite quand (a, b, c) tend vers s à l'extérieur; on a

$$\Phi_{is} = \Phi_s + \tfrac{1}{2}(Au_s + Bv_s + Cw_s), \qquad \Phi_{es} = \Phi_s - \tfrac{1}{2}(Au_s + Bv_s + Cw_s);$$

par contre, les fonctions définies par les formules telles que (4) pour U, V, W sont continues au passage de la surface, avec les restrictions connues; ces propriétés, démontrées par M. Lauricella dans le cas particulier où X, Y, Z sont égaux au rapport de $-\xi$ à $\xi + 2$, lui ont servi dans son extension de la méthode de Neumann. Parmi les applications des fonctions potentielles (U, V, W) signalons les suivantes, qui se rattachent à la notion de force en un point : on peut substituer à une force en un point situé à l'intérieur d'une sphère, des forces sur la surface qui donnent à l'extérieur le même déplacement; on a ainsi l'analogue de l'une des propositions sur lesquelles repose la méthode du balayage de M. Poincaré. On peut aussi écrire presque intuitivement l'extension de l'équation fonctionnelle de Robin. A une force en un point répond un déplacement qui engendre, dans un milieu élastique indéfini, un système isostatique; partageons ce milieu par un plan en deux parties dont l'une contient le point d'application de la force; la seconde partie ne subira pas de déformation, si l'on répartit sur le plan des forces données par l'extension de l'équation de Robin; ces forces engendrent à leur tour un système isostatique. »

PHYSIQUE. — *Sur le transport des variations lumineuses au moyen d'un fil conducteur de l'électricité.* Note de M. **Dussaud**, présentée par M. d'Arsonval.

« Ayant disposé deux faisceaux lumineux identiques, l'un en A, l'autre en B, je me suis proposé, au moyen d'un fil conducteur de l'électricité,

d'obtenir dans le faisceau B les mêmes variations d'intensité que celles produites dans le faisceau A et ceci aux points correspondants.

» Le dispositif suivant permet d'obtenir ce résultat :

» Deux obturateurs identiques, l'un en A, l'autre en B, percés de petites ouvertures à écartements fixes, mais à hauteurs décroissantes, tournent synchroniquement et fractionnent identiquement les faisceaux A et B.

» En A, des lames séléniées reçoivent successivement les faisceaux élémentaires. Ces lames sont disposées dans le circuit primaire d'une bobine d'induction dont le circuit secondaire constitue la ligne de transmission jusqu'en B.

» En B, se trouve intercalé, dans cette ligne de transmission, un téléphone dont la membrane agit, par un système multiplicateur, sur une plaque opaque pourvue de traits transparents. A côté de cette plaque, s'en trouve une identique, mais fixe, et dont les traits transparents correspondent aux parties opaques de la première.

» Lorsque l'on observe en B le faisceau qui a traversé les deux plaques et l'un des obturateurs, on constate qu'il présente les mêmes variations d'intensité que celles produites dans le faisceau A qui a passé à travers l'autre obturateur et frappé les lames séléniées.

» En effet, en A, les faisceaux élémentaires d'intensité variable frappent successivement les lames séléniées qui, par leur changement de résistance, déterminent l'envoi de courants électriques proportionnés au téléphone placé en B.

» La membrane de ce téléphone vibre en conséquence, déplace plus ou moins la plaque mobile devant la plaque fixe et fait varier ainsi l'intensité du faisceau lumineux. Cette intensité varie également dans tout l'ensemble du faisceau; mais grâce aux obturateurs synchrones, l'observateur en B ne perçoit cette variation qu'à la place correspondante à celle où elle a eu lieu dans le faisceau A, et comme tous les faisceaux élémentaires passent dans un dixième de seconde, l'observateur croit voir le faisceau tout entier avec les intensités voulues en chaque point.

» En substituant au faisceau A une chambre noire dont l'obturateur mobile constitue le fond, on peut projeter sur le bloc sélénié l'image d'objets très simples, très éclairés, et même, s'ils sont en mouvement, les reconnaître avec plus ou moins de facilité en B. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'influence de la self-induction dans l'explosion des mélanges de grisou et d'air par l'étincelle électrique*. Note de MM. **H. Couriot** et **J. Meunier**, présentée par M. Troost.

« L'explosion des mélanges grisouteux étant déterminée par l'étincelle de rupture (¹), toute cause qui tend à accroître la self-induction du circuit doit, par ce fait, faciliter l'explosion.

» Dans nos premiers essais sur ce sujet, nous nous sommes servis d'une bobine de self-induction à gros fil et de faible résistance et nous l'avons intercalée dans la dérivation de l'exploseur. L'explosion, que nous évitions précédemment avec des courants d'intensité inférieure à l'intensité limite pour la résistance *r* employée, s'est alors produite d'une manière constante. Nous n'avons pu l'éviter, même en diminuant autant que possible l'intensité et la résistance. Il était nettement démontré par ce résultat que l'accroissement de self-induction exerce une influence sur la production de l'explosion, mais il était impossible de l'évaluer par cette méthode, car la self-induction de la bobine nous était inconnue et d'ailleurs d'un ordre trop élevé ; il aurait fallu, par suite, pour éviter l'explosion, employer des courants tellement faibles qu'ils auraient été impuissants à porter les filaments à l'incandescence.

» Nous avons pensé qu'il était préférable de remplacer la bobine par un long cylindre de bois de $0^m,05$ de diamètre, autour duquel nous avons enroulé sous forme de spires une partie de notre conducteur. De la sorte, les résistances des deux dérivations demeuraient les mêmes qu'avant l'enroulement, le nombre des spires nous était connu, il était facile de le faire varier et de modifier à notre gré le sens et le mode de l'enroulement.

» *Détermination de la self-induction.* — En nous appuyant sur les principes établis dans notre Note précédente, et grâce à cette disposition, nous sommes arrivés à déterminer facilement l'effet de la self-induction. Soit *i* l'intensité limite qu'il ne faut pas dépasser pour éviter l'explosion avec des valeurs déterminées de la résistance *r* de la dérivation de l'exploseur et du rapport $\frac{r'}{r}$; quand une portion du conducteur qui forme cette dérivation

---

(¹) Voir nos deux précédentes Notes (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 750 et 901; 1898).

est enroulée sur le cylindre de bois, l'explosion se produit de nouveau et il est nécessaire de diminuer l'intensité du courant pour qu'elle cesse de se produire. L'enroulement des spires a donc produit un certain abaissement de l'intensité limite; nous le déterminons en agissant sur le rhéostat par lequel arrive le courant principal de manière à diminuer l'intensité dans les dérivations jusqu'à ce que l'explosion n'ait plus lieu. Après quelques tâtonnements, la nouvelle limite est fixée. Cette opération peut être aussi recommencée en conservant les mêmes conducteurs, mais en changeant le nombre des spires, ce qui conduit à une limite correspondante.

» La quantité dont il faut abaisser l'intensité primitive pour ne plus provoquer l'explosion peut être considérée comme mesurant l'effet de la self-induction due à l'enroulement.

» Voici les valeurs qui se rapportent au Tableau que nous avons donné précédemment :

		Intensités limites.	Nombre de spires.	Abaissement de l'intensité limite.
	ohms	amp	spires	amp
$\frac{r'}{r}=1$	$r=3,3$	5,7	0	»
		4,4	700	1,3
$\frac{r'}{r}=1$	$r=4,2$	4,1	0	»
		3,7	400	0,5
		3,4	700	0,7

» D'après les chiffres ci-dessus, l'effet paraît d'autant plus marqué que l'intensité du courant employé est plus forte; en outre, avec la dernière résistance, l'abaissement de l'intensité limite serait de $0^{amp},1$ pour 100 de nos spires.

» *Annulation des effets de self-induction.* — Les résultats précédents ont été obtenus avec des spires simplement enroulées les unes à la suite des autres. Nous avons recommencé les expériences en enroulant le conducteur sur une même rangée, mais la moitié dans un sens et l'autre moitié dans l'autre sens. Voici les résultats observés :

$r=r'=3^{ohms},3$	350 spires dextrorsum	350 spires sinistrorsum	$i=4^{amp},5$
$=4^{ohms},2$	350 »	350 »	$i=3^{amp},4$

» Les valeurs des intensités limites sont demeurées ce qu'elles étaient dans le cas précédent. En conséquence, *l'effet total reste sensiblement le*

même quand une partie des spires est enroulée dans un sens différent sur une rangée unique.

» Il n'en est plus ainsi quand on superpose les spires en deux rangées; en revenant au point de départ *avec des spires enroulées en sens inverse, la deuxième rangée annule l'effet de la première* :

		Intensités limites.
$r = r' = 3^{ohms},3$	sans spire	$5,7^{amp}$
	1re rangée : 350 sp. dextr. / 2e rangée : 337 sp. sinistr.	5,7
$r = r' = 4^{ohms},2$	0 spire	4,1
	1re rangée : 350 sp. dextr. / 2e rangée : 337 sp. sinistr.	4,1

» *Quand,* au contraire, *les spires de la deuxième rangée sont dans le même sens que celles de la première, l'effet est plus intense que celui des spires juxtaposées sur une rangée unique et l'intensité limite tombe à* $4^{amp},0$ *pour* $r = 3^{ohms},3$ *et à* $3^{amp},3$ *pour* $r = 4^{ohms},2$.

» Quand les spires sont placées dans la dérivation parallèle à celle de l'exploseur, elles semblent encore exercer un effet; mais cet effet est trop faible pour être mesuré.

» Il est à remarquer que les résultats précédents sont ceux que l'on obtient en ayant soin d'éviter l'échauffement des conducteurs : nous avons opéré avec des fils de cuivre ayant une section de $0^{mmq},67$, mais nous pensons que si nous avions pu opérer avec des fils gros pour ne pas s'échauffer sous l'influence des intensités dont nous nous sommes servis, nous serions arrivés à des limites plus élevées.

» Rappelons enfin que les expériences actuelles, comme les précédentes, ont été faites avec des mélanges à 9,5 pour 100 de méthane, rigoureusement dosés. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Influence de la température sur les réactions chimiques.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. E. Grimaux.

« *Sels d'argent.* — J'ai montré (1) que le gaz sulfhydrique sec n'attaque, à la température de la glace fondante, ni l'orthophosphate, ni le pyrophos-

(1) *Comptes rendus,* p. 831, mars 1898.

phate d'argent, si ces sels et si les appareils ont été préalablement bien séchés.

» Entre 15° et 20°, l'absorption de H^2S devient sensible au contact du pyrophosphate; elle correspond à une baisse manométrique d'environ 2^{mm} de mercure par vingt-quatre heures. Cette baisse dépasse 200^{mm} à la minute vers 100° quand la pression moyenne du gaz est 600^{mm}.

» *Sels de zinc.* — L'orthophosphate de zinc $(PO^4)^2Zn^3$ bien sec se comporte à l'endroit du gaz sulfhydrique comme les phosphates d'argent. Ce sel, après trente-cinq jours de contact avec de l'acide sulfhydrique à la pression atmosphérique et à une température comprise entre 5° et 9°, n'a donné lieu à aucune réaction appréciable. Mais si l'on porte graduellement à 160° l'extrémité du tube où se trouve le phosphate de zinc, l'absorption se manifeste très notable à 100°, rapide à 160°.

» *Vitesse d'absorption.* — J'ai cherché comment varie la masse de gaz absorbée à température constante dans l'unité de temps quand la pression diminue. Pour cela, j'ai mis le gaz H^2S en présence d'un grand excès de phosphate de zinc à la température de 100°; de temps à autre, j'ajoutais au sel chauffé de petites quantités de phosphate de zinc tenu en réserve à la partie supérieure du tube manométrique, en agitant ce tube. En quinze minutes, on constatait une absorption

De	$6^{cc},3$	de H^2S à la pression moyenne de	600^{mm}
»	4,6	» »	430
»	3,2	» »	330

» On voit facilement que, sous ces fortes pressions mercurielles, *la masse de gaz sulfhydrique décomposée par le phosphate de zinc, dans l'unité de temps et à température constante, est proportionnelle au carré de la pression.* Toutefois, l'absorption est moins rapide sous de faibles pressions; à 160°, la vitesse est à peu près double de la vitesse à 100°.

» *Sels de cuivre.* — L'orthophosphate cuivrique $(PO^4)^2Cu^3$ et le pyrophosphate $P^2O^7Cu^2$ secs, en présence du gaz H^2S vers 0° et à la pression atmosphérique, absorbent ce gaz lentement, mais d'une façon continue. Sous faible pression l'action se ralentit beaucoup. Une élévation de température active la réaction. L'allure générale du phénomène est donc comparable aux décompositions par H^2S des sels de zinc et d'argent, sauf l'arrêt de la réaction.

» J'ai cherché si l'activité de la réaction était liée à la quantité de chaleur dégagée : c'est-à-dire si la réaction plus vive, plus complète, de l'acide sulfhydrique sur les phosphates cuivriques était due à ce que cette réaction

dégage plus de chaleur que la décomposition des phosphates d'argent par l'acide sulfhydrique. Les déterminations suivantes prouvent qu'il n'en est rien; car l'absorption d'une molécule H^2S dégage plus de chaleur dans le cas des sels d'argent que dans le cas des sels cuivriques correspondants; et plus pour les sels de cuivre que pour les sels de zinc.

» Pour faire ces déterminations, je me suis placé dans les conditions des essais ci-dessus décrits : je faisais passer, vers 10°, un courant de gaz H^2S incomplètement desséché sur les sels métalliques secs placés dans un petit vase de platine entouré par l'eau du calorimètre; je dosais Ag^2S et CuS formés et je rapportais au poids de ces sulfures la quantité de chaleur indiquée par le calorimètre. Les nombres varient avec le degré de décomposition des sels métalliques, parce que les basicités d'un acide phosphorique n'ont pas même valeur thermique; mais ils restent comparables.

» *Pyrophosphates*. — Tous les corps étant exempts d'eau, et la quantité de sel indécomposé restant voisine du dixième du poids total du pyrophosphate, on trouve que la réaction $P^2O^7Ag^4 + 2H^2S = P^2O^7H^4 + 2Ag^2S$ dégage 88000^{Cgr}, soit 44^{Cal} par molécule d'H^2S. Dans les mêmes conditions le pyrophosphate cuivrique $P^2O^7Cu^2 + 2H^2S = P^2O^7H^4 + 2CuS$ ne dégage que 50^{Cal} environ, soit 25^{Cal} par molécule d'H^2S.

» *Orthophosphates*. — La décomposition totale du phosphate tribasique d'argent correspond à $0^{Cal},183$ par gramme d'Ag^2S formé, soit $44^{Cal},5$ par molécule d'Ag^2S ou d'H^2S.

» La réaction suivante du gaz H^2S sur l'orthophosphate de cuivre

$$(PO^4)^2Cu^3 + H^2S = 2PO^4CuH + CuS$$

dégage 27^{Cal}.

» Si donc les phosphates de cuivre sont plus vivement attaqués par l'acide sulfhydrique que les phosphates d'argent correspondants, cela ne tient pas à ce que la décomposition des sels de cuivre dégage plus de chaleur que la décomposition des sels d'argent. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les bromures d'argent ammoniacaux*. Note de M. **Jarry**, présentée par M. Troost (1).

« Dans un Mémoire sur les combinaisons ammoniacales des bromures métalliques (2), Rammelsberg indique que le bromure d'argent sec n'ab-

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(2) *Annalen der Physik und Chemie*, t. LV, p. 248.

sorbe pas le gaz ammoniac, et que les cristaux obtenus par refroidissement d'une solution ammoniacale de bromure d'argent ne renferment pas d'ammoniac. On peut cependant préparer deux bromures d'argent ammoniacaux dont la compósition est représentée par les formules $AgBr.3AzH^3$, et $AgBr.1,5AzH^3$: ces combinaisons correspondent aux deux chlorures d'argent ammoniacaux dont j'ai précédemment repris l'étude.

» I. Soumis à l'action du gaz ammoniac liquéfié, le bromure d'argent sec perd sa couleur jaune et se transforme en une poudre blanche; on évapore le liquide en excès en maintenant, par exemple, à la température de $-30°$ le tube en expérience, mis en communication avec un tube débouchant sur la cuve à mercure. Si, ensuite, on élève la température progressivement, on observe vers $+4°$ un abondant dégagement de gaz ammoniac accusant la décomposition du produit qui pourtant reste encore blanc; puis vers $+35°$ un nouveau départ de gaz ammoniac a lieu, tandis que le bromure reprend cette fois sa couleur jaune primitive. On peut tarer le tube à chacune des phases de l'expérience : on constate alors que le poids d'ammoniac abandonné par le bromure est exactement le même la seconde fois que la première et qu'il correspond à une molécule et demie pour une molécule de bromure d'argent. On en conclut que la poudre blanche formée au contact du gaz ammoniac liquéfié contient trois molécules d'ammoniac pour une molécule de bromure, qu'elle abandonne d'abord, à la température de $+4°$, $1^{mol},5$ d'ammoniac pour se transformer en un second composé, également blanc, de formule $AgBr.1,5AzH^3$; c'est ce dernier qui, vers $+35°$, se décompose à son tour en ammoniac et bromure d'argent jaune. La mesure des tensions de dissociation de ces deux composés corrobore ces premiers résultats; voici, exprimées en centimètres de mercure, quelques tensions observées :

Tensions de dissociation du composé $AgBr.3AzH^3$.

$-23°$	14 cm	$0°$	60,5 cm	$14°$	131 cm
-18	19,5	3,5	74,5	20	182
-8	36	8	92	23	214

Tensions de dissociation du composé $AgBr.1,5AzH^3$.

$0°$	8,8 cm	$11,2°$	17,4 cm	$28,6°$	51,3 cm
4	10,7	14	20,6	43,8	122,5
10,4	16,6	16,6	24,9	53	198,6

» L'examen de ces nombres indique qu'un courant de gaz ammoniac

passant sur du bromure d'argent doit le transformer en l'une ou l'autre de ses deux combinaisons ammoniacales, suivant la température de l'expérience; en réalité, l'absorption est extrêmement lente : dans une expérience où le bromure était maintenu à -20°, on a fait passer un courant de gaz ammoniac pendant quinze heures environ; au bout de ce temps, $2^{mol},75$ seulement de gaz ammoniac s'étaient fixées sur le bromure. Ces résultats expliquent l'insuccès des expériences de Rammelsberg.

» II. De même que les combinaisons correspondantes du chlorure d'argent, les deux bromures d'argent ammoniacaux peuvent être obtenus cristallisés. Le gaz ammoniac liquéfié dissout une petite quantité de bromure d'argent; à l'évaporation, la solution dépose des aiguilles transparentes biréfringentes qui sont des cristaux du composé $AgBr, 3AzH^3$. Pour la combinaison $AgBr.1,5AzH^3$, on a recours à la solution aqueuse de gaz ammoniac : on sature de bromure d'argent de l'ammoniaque moyennement concentrée, et l'on met le liquide sous une cloche avec de la chaux vive ou de la potasse caustique; on obtient alors de petites aiguilles cristallines du composé $AgBr.1,5AzH^3$; elles sont incolores et à l'air se décomposent très rapidement en reprenant la couleur jaune du bromure d'argent.

» III. Cette cristallisation dans l'eau ammoniacale s'explique en admettant que les bromures d'argent ammoniacaux se forment, se dissolvent et se dissocient dans l'eau de la même manière que je l'ai indiqué pour les chlorures. Une expérience simple le montre, d'ailleurs, aisément : la solution ammoniacale ordinaire du commerce est saturée sous une pression supérieure à celle qui représente, à la température ordinaire, la tension de dissociation du produit $AgBr.1,5AzH^3$; aussi le bromure d'argent mis au contact de cette solution prend-il la couleur blanche de ce dernier composé; mais, si l'on étend d'eau, dès que le liquide n'est plus saturé sous une pression suffisante, le bromure ammoniacal se décompose, rend à l'eau le gaz ammoniac qu'il lui avait pris et reprend la couleur jaune. On conçoit dès lors que la solution ammoniacale ordinaire tienne en dissolution et dépose à l'évaporation le produit $AgBr.1,5AzH^3$, pourvu, toutefois, que cette évaporation se fasse, non pas à l'air, mais dans une atmosphère d'ammoniac; le gaz ammoniac liquéfié, au contraire, ou des solutions ammoniacales très concentrées, doivent dissoudre et laisser déposer le composé $AgBr,3AzH^3$.

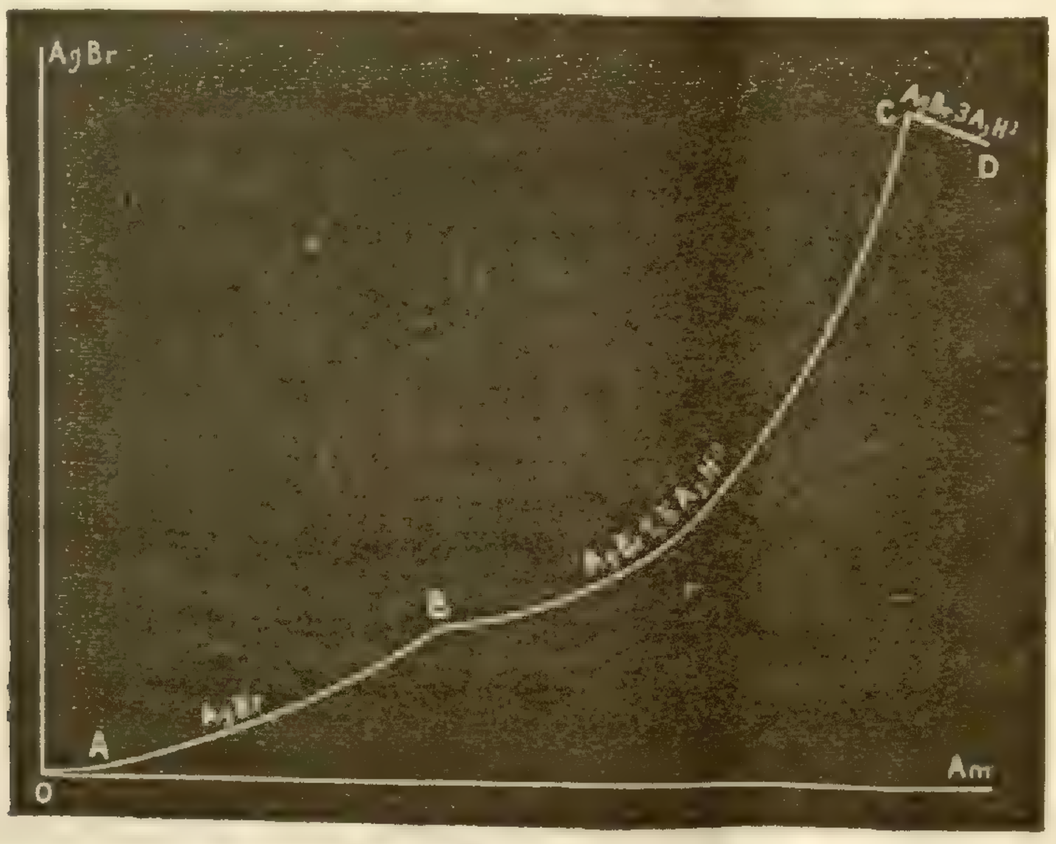
» IV. L'étude de la solubilité du bromure d'argent dans l'eau ammoniacale confirme cette manière de voir.

» On a fait dissoudre du bromure d'argent dans une série de solutions ammoniacales de concentrations différentes et maintenues à 0°; le bromure d'argent et le gaz

ammoniac ont été dosés dans ces solutions, et le Tableau suivant contient quelques-uns des résultats obtenus, rapportés à un volume constant de solution, 10^{cc} :

Am.	AgBr.	Am.	AgBr.	Am.	AgBr.	Am.	AgBr.
gr	mgr	gr	mgr	gr	mgr	gr	mgr
0,307...	8,0	1,151...	34,9	2,627...	106,7	3,722...	288,8
0,488...	9,6	1,532...	55,7	3,126...	156,8	3,770...	293,0
0,669...	17,2	1,809...	72,2	3,389...	198,7	3,926...	289,2
0,829...	21,2	1,953...	74,1	3,652...	266,9	3,995...	285,0

» Si, pour représenter graphiquement ces résultats, on porte en abscisses les poids d'ammoniac exprimés en centigrammes, et en ordonnées les poids de bromure d'argent exprimés en milligrammes, on obtient la courbe ABCD représentée dans la figure ci-contre. Cette courbe présente deux points de discontinuité B et C correspondant à des solutions saturées



sous des pressions respectivement égales aux tensions de dissociation 8^{cm} et 60^{cm}, 5 des deux bromures ammoniacaux.

» On peut interpréter ces résultats de la façon suivante : tant que l'eau contient moins d'ammoniac qu'il n'en faut pour la saturer sous la pression de 8^{cm}, aucune des deux combinaisons ammoniacales ne saurait se former, c'est la solubilité du bromure AgBr que l'on observe (courbe AB); pour les solutions saturées sous des pressions comprises entre 8^{cm} et 60^{cm}, 5, le bromure AgBr.1,5AzH^3 seul peut et doit exister, il se dissout en suivant une loi de solubilité différente de la précédente (courbe BC); enfin pour les solutions saturées sous des pressions supérieures à 60^{cm}, on observe une troisième loi de solubilité (courbe CD) correspondant au bromure AgBr.3AzH^3 qui se forme et se dissout dans ces conditions. Cette interprétation est bien d'accord avec les faits énoncés ci-dessus, à savoir que ce

sont les solutions ammoniacales moyennement concentrées (courbe BC) qu'il faut utiliser pour faire cristalliser le composé $AgBr.1,5AzH^3$, tandis que les solutions très concentrées, ou mieux le gaz ammoniac liquéfié, donnent des cristaux du composé $AgBr.3AzH^3$.

» En résumé, les deux bromures d'argent ammoniacaux que nous avons préparés se forment et se dissocient dans l'eau ammoniacale comme dans le vide; leur formation ou leur décomposition s'arrête quand l'eau est saturée sous une pression égale à leur tension de dissociation dans le vide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les monoéthers phosphoriques.* Note de M. **J. Cavalier**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en 1894 (1), j'ai étudié l'acide monoéthylphosphorique $PO^4(C^2H^5)H^2$ au point de vue de son caractère acide. J'ai montré :

» 1° Que cet acide donne deux séries de sels : des sels neutres $PO^4(C^2H^5)M^2$ et des sels acides $PO^4(C^2H^5)MH$ parfaitement définis;

» 2° Que vis-à-vis des réactifs colorés méthylorange et phtaléine du phénol, il se comporte exactement comme l'acide phosphorique;

» 3° Que les chaleurs de neutralisation de l'acide monoéthylphosphorique par la soude, la potasse, l'ammoniaque et la baryte, le caractérisent comme un corps ayant deux fonctions acides distinctes, de valeur inégale, correspondant aux deux acidités les plus fortes de l'acide phosphorique.

» J'ai étudié depuis, de la même façon, les éthers méthylique et allylique. Ils se comportent comme l'éther éthylique. J'indiquerai ici seulement le résultat des expériences dont le détail paraîtra prochainement :

» 1° L'acide PO^4RH^2, formule dans laquelle R désigne l'un quelconque des trois radicaux CH^3 ou C^2H^5 ou C^3H^5, est un acide bibasique donnant des sels neutres PO^4RM^2 et des sels acides PO^4RMH (2).

» 2° Il est acide au méthylorange et à la phtaléine.

» L'addition d'une molécule alcaline produit la neutralité au méthylorange. Il faut ajouter une deuxième molécule pour produire la neutralité à la phtaléine.

» Les deux virages se font suffisamment bien pour permettre le titrage, aussi bien avec la baryte qu'avec la soude et la potasse.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1275; juin 1894.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 69; 1895.

» Le virage au méthylorange est comparable comme netteté à celui que donne l'acide phosphorique; le virage à la phtaléine par la soude ou la potasse est meilleur que dans le cas de l'acide phosphorique qui donne un changement de teinte progressif.

» L'emploi simultané des deux réactifs colorés permet le titrage, par une seule opération, des acides PO^4RH^2 en présence d'acides monobasiques quelconques.

» Si l'éther acide se trouve en présence d'acide phosphorique, un simple titrage est insuffisant, puisque les deux corps se comportent exactement de la même manière vis-à-vis des réactifs colorés. J'indiquerai ultérieurement un procédé purement volumétrique permettant de faire l'analyse d'un tel mélange.

» 3° J'ai déterminé les chaleurs de neutralisation des acides PO^4RH^2 en employant les concentrations habituelles.

» Les nombres obtenus sont rassemblés dans le Tableau suivant :

	$PO^4(CH^3)H^2$.	$PO^4(C^2H^5)H^2$.	$PO^4(C^3H^5)H^2$.
	Cal	Cal	Cal
1er NaOH.....	15,49	15,59	15,56
2e NaOH.....	14,11	13,80	14,00
1er KOH.....	15,85	15,73	
2e KOH.....	14,05	13,61	
1er AzH^3.....	14,36	14,44	14,24
2e AzH^3.....	12,36	12,03	12,57
1re $\frac{1}{2}Ba(OH)^2$.....	15,80	16,30	15,90
2e $\frac{1}{2}Ba(OH)^2$.....	14,10	13,88	14,00

» Les nombres placés sur une même ligne horizontale sont très voisins et les différences peu supérieures aux erreurs d'expérience. Les trois acides étudiés ont ainsi mêmes chaleurs de neutralisation.

» D'autre part, la première molécule alcaline dégage toujours plus de chaleur que la seconde, et ces dégagements de chaleur sont supérieurs à ceux que donne l'acide phosphorique. Donc, lorsque l'on remplace un atome d'hydrogène de l'acide phosphorique soit par un radical saturé (CH^3 ou C^2H^5), soit par un radical non saturé (C^3H^5), c'est l'acidité la plus faible qui disparaît; il reste deux fonctions acides de valeur inégale, dont les chaleurs de neutralisation sont indépendantes de la nature du radical substitué.

» Dans un Travail récent sur l'acide glycérophosphorique, MM. Imbert, Asdruc et Belugou (1) ont montré que, au point de vue de l'action sur les réactifs colorés et des chaleurs de neutralisation, l'acide glycérophosphorique se comporte comme l'acide monoéthylphosphorique.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1039; décembre 1897.

» Les conclusions précédentes sont donc encore vraies lorsque le radical R introduit dans l'acide phosphorique est un radical complexe renfermant des oxhydryles.

» Dans une prochaine Communication, je me propose de donner les résultats obtenus dans l'étude des diéthers PO^4R^2H. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfoantimonites alcalins*. Note de M. **Pouget**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication, j'ai montré que l'action du sulfure d'antimoine sur le monosulfure de potassium permettait de préparer la série normale des sulfoantimonites.

» Poursuivant ces recherches, j'ai fait agir le sulfure d'antimoine sur les monosulfures de sodium et d'ammonium.

» *Sulfoantimonites de sodium. — Sel normal :* SbS^3Na^3. — Le sulfure d'antimoine se dissout dans le sulfure de sodium. Une liqueur, renfermant $Sb^2S^3 + 3Na^2S$, évaporée dans le vide sec à la température ambiante, s'oxyde partiellement et donne une matière noire amorphe et deux espèces de cristaux incolores, parmi lesquels se trouve le sulfoantimonite normal SbS^3Na^3.

» On l'obtiendra pur en effectuant la dissolution du sulfure ainsi que la concentration et la filtration de la liqueur dans une atmosphère d'hydrogène. Par refroidissement, il se forme des aiguilles cristallines, agissant fortement sur la lumière polarisée. L'analyse conduit à la formule $SbS^3Na^3 + 9H^2O$.

» Chauffés dans un courant d'hydrogène, ces cristaux ne se déshydratent complètement qu'à une température supérieure à 150°; ils donnent ainsi une poudre rouge. Sous pression réduite, en présence d'acide sulfurique, la déshydratation n'est que partielle et en même temps il y a fixation d'oxygène.

» Ce corps, en effet, est très facilement oxydable. Sa dissolution jaune se transforme très rapidement à l'air en sulfoantimoniate qui cristallise en tétraèdres très caractéristiques. Il suffit de quelques heures pour que la transformation soit complète dans une liqueur un peu concentrée. Si l'on concentre la solution, soit dans le vide, soit à chaud, il se produit, en même temps que le sulfoantimoniate, une substance noire de composition $Sb^4S^9Na^6 = 2Sb^2S^3 + 3Na^2S$.

» *Métasulfoantimonite de sodium.* — Le pyrosulfoantimonite de potassium s'obtient en évaporant, à froid, une solution de sulfure de potassium saturée de sulfure d'antimoine.

» En opérant de même avec le sulfure de sodium, je n'ai pu éviter, pendant l'évaporation à froid dans le vide, l'oxydation de la liqueur, et j'ai obtenu uniquement des cristaux tétraédriques de sulfoantimoniate, sans trace de pyrosulfoantimonite.

» Concentrées à chaud, ces dissolutions se comportent comme celles de potassium :

il y a dédoublement en orthosulfoantimonite, qui reste dans la liqueur, et en métasulfoantimonite SbS^2Na, qui se précipite sous forme d'une poudre noire.

» Les dissolutions étendues, évaporées dans le vide, laissent déposer de petits cristaux rouges, en même temps que des cristaux tétraédriques, dont on les sépare facilement par lixiviation. Ces cristaux constituent un sulfoantimonite plus condensé $Sb^4S^7Na^2 + 2H^2O$, analogue à celui qu'avait obtenu M. Ditte, dans des conditions identiques, avec le sulfure de potassium $Sb^4S^7K^2 + 3H^2O$.

» *Sulfoantimonites d'ammonium.* — L'action du sulfure d'ammonium est différente de celle des sulfures de sodium et de potassium.

» Lorsqu'on traite à froid le sulfure d'antimoine par une dissolution concentrée de sulfure d'ammonium, en proportion telle que la composition du mélange soit

$$Sb^2S^3 + 3[AzH^4]^2S,$$

la dissolution n'est que partielle; le résidu se transforme rapidement en une masse volumineuse de petits cristaux jaune verdâtre.

» La dissolution qui surnage ces cristaux contient du *sulfoantimonite normal* : $SbS^3(AzH^4)^3$; il précipite par addition d'alcool en une poudre blanche cristalline, soluble dans l'eau, s'altérant facilement en dégageant du sulfure d'ammonium.

» Les cristaux jaunes constituent le métasulfoantimonite : SbS^2AzH^4, insoluble. On ne peut le dessécher sans qu'il s'altère : il se transforme, soit à l'air libre, soit par l'action de la chaleur, soit encore par un excès d'eau, en petits cristaux rouges de formule $Sb^4S^7[AzH^4]^2$. Ces derniers sont stables; ils se formeront seuls si, au lieu d'opérer la dissolution du sulfure d'antimoine à froid, on l'effectue à chaud, ou bien si l'on se sert d'une dissolution étendue de sulfure d'ammonium (moins de $0^{mol},15$ par litre).

» *En résumé,* les sulfoantimonites de sodium se forment dans des conditions semblables aux composés du potassium; ils en diffèrent par la facilité avec laquelle ils se transforment en sulfoantimoniates par oxydation.

» L'action du sulfure d'ammonium sur le sulfure d'antimoine est différente de celle des deux autres sulfures alcalins.

» Les dissolutions étendues, seules, se comportent d'une manière analogue; elles donnent toutes un composé stable, de formule $Sb^4S^7M^2$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réaction générale des carbures éthéniques. Combinaisons mercuriques correspondantes.* Note de M. **G. Denigès.**

« J'ai montré, dans ma précédente Note, que le butylène donnait, avec l'azotate de mercure, une combinaison jaune orangé, insoluble dans l'eau, qui permettait de déceler de très faibles quantités de ce carbure.

» Cette réaction paraît spéciale au butylène; par contre, en prenant

comme réactif le sulfate mercurique, en solution acide, on peut obtenir des composés des carbures éthéniques et de sulfate de mercure répondant à la formule générale

$$(SO^4Hg.HgO)^3R'' = \left(SO^4\begin{matrix}Hg\\Hg\end{matrix}O\right)^3R'',$$

dans laquelle R″ représente un carbure éthénique (1).

» Ces composés, de couleur jaune, se dissolvent aisément dans l'acide chlorhydrique, surtout à chaud : la dissolution s'accompagne d'effervescence quand le carbure combiné au mercure est volatil à la température où l'on opère. Pour les obtenir, il suffit de mettre en contact à froid, ou mieux à chaud, l'hydrocarbure considéré avec le réactif mercurique préparé avec :

Oxyde mercurique	500gr
Acide sulfurique	200cc
Eau distillée	1000cc

Le précipité formé est séparé par décantation du liquide surnageant, filtré, puis desséché sur des plaques poreuses.

» D'ailleurs, l'étude de quelques cas particuliers, effectuée sur les carbures éthéniques les plus importants ou les plus connus, fixera mieux sur le manuel opératoire à suivre, dans le cas général.

» *Combinaison du pental avec le sulfate mercurique.* — Je prendrai comme exemple des combinaisons amyléniques celle que donne le triméthyléthylène, l'un des cinq carbures éthéniques de la condensation C^5, connu en médecine sous le nom de *pental* et employé comme anesthésique depuis les recherches de Von Mering.

» 200cc de sulfate acide de mercure sont additionnés, à froid, de 1cc de pental. Au bout de quelques secondes, il se forme un trouble jaune qui va en augmentant et fait place, bientôt, à un précipité cohérent composé de granulations jaunes. Au bout de dix à quinze minutes, au plus, on filtre, on lave et l'on étale sur des plaques poreuses.

» Si l'on attendait trop longtemps avant de filtrer, il pourrait y avoir formation de sulfate mercureux, par réduction d'une partie du sulfate mercurique sous l'influence du pental.

» A chaud, cette dernière transformation se produit assez vite pour qu'il y ait avantage à opérer à froid.

---

(1) Il convient de faire remarquer que le premier terme de la série, l'éthylène, ne donne pas de combinaisons de cet ordre, au moins à la pression ordinaire.

» La substance ainsi obtenue a fourni à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $(SO^4Hg.HgO)^3.C^5H^{10}$.
Hg pour 100.....	75,06	74,72
SO^4H^2 »	18,18	18,31
C »	3,38	3,73
H »	0,69	0,62

» L'acide chlorhydrique la dissout en libérant le carbure.

» *Combinaisons des butylènes avec le sulfate mercurique.* — Les trois butylènes prévus par la théorie et connus entrent facilement en combinaison avec le sulfate mercurique. J'étudierai particulièrement le composé fourni par le diméthyléthylène dissymétrique, le plus important des trois, à cause de ses rapports avec le triméthylcarbinol.

» En faisant passer un courant de ce butylène dans le réactif mercurique chaud, il se forme une substance jaune, répondant à la formule

$$\left(SO^4\begin{matrix}Hg\\Hg\end{matrix}O\right)^3.C^4H^8,$$

ainsi que le prouve l'analyse suivante :

	Trouvé.	Calculé pour $(SO^4Hg.HgO)^3.C^4H^8$.
Hg pour 100.....	75,40	75,38
SO^4H^2 »	18,42	18,48
C »	2,97	3,01
H »	0,54	0,50

» Ce produit se dissout avec effervescence dans l'acide chlorhydrique en dégageant du butylène, qu'on peut reconnaître par la propriété qu'il a de précipiter l'azotate ou le sulfate mercurique chauds.

» Il est plus stable à l'ébullition que le composé obtenu avec le pental.

» *Combinaison du propylène avec le sulfate mercurique.* — Lorsqu'on fait traverser du sulfate de mercure acide, maintenu à 80°-85°, par un courant de gaz propylène, il se forme au bout de quelques instants un précipité jaune, de composition analogue à celle des combinaisons mercurico-éthéniques précédemment étudiées, mais beaucoup plus instable qu'elles, ce qui le rend très difficile à obtenir à l'état de pureté. Maintenu, en effet, pendant quelques minutes dans son eau-mère, surtout vers 90°-100°, il se transforme vite, par un phénomène d'oxydation et de réduction simultanées, en SO^4Hg^2 blanc et cristallin et en aldéhyde non saturée correspondante, l'acroléine, dont les vapeurs irritantes sont si reconnaissables.

» Je me propose d'examiner ultérieurement si les composés mercuriques homologues fournissent une réaction du même ordre.

» Dans un prochain travail, j'indiquerai l'application qu'on peut faire des résultats qui viennent d'être développés à la diagnose des alcools tertiaires et à la recherche des carbures polyéthyléniques dans l'éther commercial. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs de formation de quelques quinones à poids moléculaire élevé.* Note de M. **Amand Valeur.**

« On sait qu'il existe deux quinones isomériques correspondant au naphtalène : l'α-naphtoquinone, odorante, volatile avec la vapeur d'eau et qui est considérée comme une quinone vraie, et la β-naphtoquinone, inodore, non volatile et qu'on regarde généralement comme une dicétone d'un type spécial. A côté de cette dernière viennent se ranger quelques composés qui dérivent de carbures d'hydrogène à poids moléculaire plus élevé, comme l'anthraquinone, la phénanthrènequinone, la rétènequinone, etc.

» Dans le but d'établir en quoi ils diffèrent, au point de vue thermochimique, des quinones vraies, j'ai été amené à déterminer leurs chaleurs de formation.

» *α-naphtoquinone* $C^6H^4\begin{<}{CO \atop CO}\!\!>\!\!\begin{matrix}CH \\ \| \\ CH\end{matrix}$. — Cette substance a été préparée en oxydant par le mélange chromique le chlorhydrate d'α-amido-α-naphtol; après deux cristallisations dans l'alcool, elle fondait à 125°. La combustion dégage par gramme :

$6983^{cal},9$, $6989^{cal},5$, $6978^{cal},8$; moyenne $= 6984^{cal},0$.

» Pour une molécule $C^{10}H^6O^2 = 158$, on a :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.....	1103,4
	à pression constante.....	1103,7
Chaleur de formation par les éléments.....		+46,8

» *β-naphtoquinone* $C^6H^4\begin{<}{CO \atop CO}\!\!>\!\!CH{=}CH$. — Ce composé a été obtenu en oxydant à 0° le sulfate d'α-amido-β-naphtol, et purifié par cristallisation dans l'éther; il se décompose à 114°-120°. Deux combustions ont été faites qui ont donné pour 1gr :

$7027^{cal},2$ et $7023^{cal},8$; soit $7025^{cal},5$ en moyenne.

Ces nombres donnent, rapportés à la molécule :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.....	1110,0
	à pression constante.....	1111,3
Chaleur de formation par les éléments.....		+ 39,7

» La chaleur de formation de l'α-naphtoquinone est donc plus élevée que celle de son isomère; cela s'accorde bien avec ce fait que, dans l'oxydation du napthalène par l'acide chromique, il se produit la quinone α à l'exclusion de la β-naphtoquinone.

» Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 872), j'ai montré que, entre les chaleurs de formation d'une quinone et du phénol ayant le même nombre d'atomes de carbone, il y avait une différence constante de 6^{Cal} environ, exception faite pour les premiers termes. Cette observation m'a engagé à déterminer les chaleurs de formation des naphtols.

» *α-naphtol.* — Le produit commercial a été purifié par cristallisation dans le benzène bouillant; il fondait à 95°. La combustion de 1^{gr} dégage

$$8241^{cal},0, \quad 8254^{cal},8 \quad 8242^{cal},5; \quad \text{soit, en moyenne, } 8247^{cal},7.$$

Ces chiffres, rapportés à la molécule $C^{10}H^8O = 144$, donnent :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.....	1187,6
	à pression constante.....	1188,5
Chaleur de formation.....		+ 30,5

» *β-naphtol.* — Après cristallisation dans le benzène chaud, ce produit fondait à 122°. La combustion dégage par gramme :

$$8261^{cal},7, \quad 8263^{cal},2, \quad 8254^{cal},2; \quad \text{moyenne : } 8259^{cal},8,$$

soit, pour une molécule $C^{10}H^8O = 144$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.....	1189,4
	à pression constante.....	1190,3
Chaleur de formation à partir des éléments.....		+ 28,7

» On voit, d'après ces déterminations, que, pas plus que l'isomérie ortho, méta, para, dans la série benzénique, l'isomérie α-β n'entraîne de variations notables dans les chaleurs de formation. D'autre part, la formation des naphtols, à partir du naphtalène, est plus exothermique ($53^{Cal},8$ pour l'α et $51^{Cal},5$ pour le β) que celle du phénol à partir du benzène ($40^{Cal},8$). Enfin, si l'on compare l'α-naphtoquinone et l'α-naphtol, au point de vue de leur chaleur de formation, on trouve :

α-naphtoquinone.....	$46^{Cal},3$	Différence : $15^{Cal},8$
α-naphtol.....	$30^{Cal},5$	

Ce chiffre est notablement différent de 6^{Cal}; de même la quinone ordinaire et le phénol donnent

Quinone.....	47^{Cal}	Différence : $10^{Cal},2$
Phénol	$36^{Cal},8$	

La relation signalée plus haut n'existe donc pas non plus pour l'α-naphtoquinone.

» *Anthraquinone* $C^6H^4\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}C^6H^4$. — Le produit sur lequel j'ai opéré était en belles aiguilles sublimées, fusibles à 281°. La combustion de 1^{gr} dégage :

$$7431^{cal},0,\quad 7442^{cal},9,\quad 7452^{cal},8;\quad \text{moyenne} : 7442^{cal},2,$$

soit, pour une molécule $C^{14}H^8O^2 = 208$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.....	1547,9
	à pression constante.....	1548,5
Formation par les éléments		+ 47,7

» *Phénanthrènequinone* $C^6H^4\text{-}CO$ / $C^6H^4\text{-}CO$. — Cette quinone a été purifiée par plusieurs cristallisations dans l'acide acétique bouillant; elle fondait à 196°. Trois combustions en ont faites qui ont donné pour 1^{gr} :

$$7444^{cal},4,\quad 7444^{cal},9,\quad 7430^{cal},0;\quad \text{moyenne} = 7439^{cal},7,$$

soit, pour une molécule $C^{14}H^8O^2 = 208$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant	1547,4
	à pression constante.....	1548,0
Chaleur de formation à partir des éléments		+ 48,2

» *Rétènequinone* $(CH^3)^2\text{-}CH\text{-}C^6H^3\text{-}CO$ / $C^6H^4\text{-}CO$. — Ce composé, après plusieurs cristallisations dans l'acide acétique, fondait à 197°.

» Sa combustion a donné les nombres suivants rapportés à 1^{gr} de substance :

$$8174^{cal},0,\quad 8161^{cal},4,\quad 8169^{cal},0;\quad \text{moyenne} = 8168^{cal},1.$$

» Pour une molécule $C^{18}H^{16}O^2$, on en déduit :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.....	2156,4
	à pression constante.....	2158,0
Chaleur de formation		+ 91,4

» La connaissance des chaleurs de formation ne permet pas d'apporter un argument pour ou contre la constitution dicétonique des quinones. En effet, les dicétones dérivent des carbures saturés par fixation de O^2 et élimination de $2H^2O$; au contraire, la production des quinones en partant des carbures aromatiques se fait avec fixation de O^2 et élimination de H^2O.

Les seuls composés qui soient, à ce point de vue, comparables aux quinones sont les acides. Or la chaleur de formation des acides à partir des hydrocarbures ne varie pas sensiblement avec le poids moléculaire et oscille entre 90^{Cal} et 100^{Cal}. Dans le cas des quinones, au contraire, cette valeur est plus élevée et s'accroît d'ailleurs notablement avec le poids moléculaire, comme le montrent les chiffres suivants qui représentent la chaleur de formation des quinones à partir des hydrocarbures correspondants : quinone ordinaire $+120^{Cal},1$, toluquinone $+118^{Cal},5$, thymoquinone $+137^{Cal},9$, α-naphtoquinone $+138^{Cal},1$, β-naphtoquinone $+131^{Cal},5$, anthraquinone $+159^{Cal},1$, phénanthrènequinone $+152^{Cal},4$, rétènequinone $+167^{Cal},2$. »

CHIMIE ORGANIQUE.—*Chaleurs de neutralisation de l'acide éthylphosphorique.* Note de M. **G. Belugou**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note présentée à l'Académie dans la séance du 13 décembre 1897, j'ai montré, en collaboration avec M. H. Imbert, que l'acide glycérophosphorique se conduisait thermochimiquement comme l'acide phosphorique. J'ai poursuivi cette étude sur l'acide éthylphosphorique purifié par un procédé que j'indiquerai plus tard et qui m'a permis d'obtenir une solution sensiblement pure. J'ai opéré sur une liqueur étendue, telle que $PO^4(C^2H^5)H^2$ fût en dissolution dans 6^{lit} d'eau, conditions identiques à celles dans lesquelles se sont placés MM. Berthelot et Louguinine pour l'acide phosphorique.

» En faisant agir successivement une première, une deuxième, enfin une troisième molécule de potasse, j'ai obtenu les chaleurs de neutralisation suivantes :

$$PO^4(C^2H^5)H^2\,(1\text{ mol.} = 6^{lit})\,KOH\,(1\text{ mol.} = 2^{lit})$$

	Cal
$PO^4(C^2H^5)H^2$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^2H^5)KH$ diss. + H^2O	+ 15,5
$PO^4(C^2H^5)KH$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^2H^5)K^2$ diss. + H^2O	+ 13,8
$PO^4(C^2H^5)K^2$ diss. + KOH diss.	+ 2,8

» Avec l'acide glycérophosphorique et la potasse nous avions eu dans les mêmes conditions :

	Cal
$PO^4(C^3H^7O^2)H^2$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^3H^7O^2)KH$ diss. + H^2O	+ 15,4
$PO^4(C^3H^7O^2)KH$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^3H^7O^2)K^2$ diss. + H^2O	+ 13,9
$PO^4(C^3H^7O^2)K^2$ diss. + KOH diss.	+ 0,4

» Or l'acide phosphorique donne :

	Cal
PO^4H^3 diss. + KOH diss. = PO^4KH^2 diss. + H^2O	+ 15,9
PO^4KH^2 diss. + KOH diss. = PO^4K^2H diss. + H^2O	+ 11,1
PO^4K^2H diss. + KOH diss. = PO^4K^3 diss. + H^2O	+ 6,6

» Ces expériences confirment ce qui avait été annoncé précédemment. Dans l'acide monoéthylphosphorique la fonction alcool seule a disparu, les fonctions acide fort et acide faible restant comparables à celles de l'acide glycérophosphorique. La quantité de chaleur dégagée par la troisième molécule de potasse est seule notablement supérieure.

» Ce fait pourrait tenir à ce que l'éther acide contenait un peu d'acide phosphorique libre, ce qui paraît infirmé par les résultats obtenus avec la première et la deuxième molécule d'alcali, mais il pourrait indiquer aussi que l'acide monoéthylphosphorique ou mieux le monoéthylphosphate dipotassique se saponifie partiellement en présence d'un excès d'alcali.

» MM. H. Imbert et Astruc ont indiqué, d'autre part (*Comptes rendus*, 13 décembre 1897), que l'acide glycérophosphorique est monobasique à l'hélianthine A et bibasique à la phtaléine. Je me suis assuré que l'acide monoéthylphosphorique se conduit d'une façon identique vis-à-vis de ces deux réactifs et peut être dosé volumétriquement en tenant compte de ce que, avec le premier, à une molécule d'alcali correspond une molécule d'acide, avec le second, une molécule d'acide exige deux molécules d'alcali.

» Je conclus donc de ce travail préliminaire que :

» 1° L'éthérification de l'acide phosphorique par une molécule d'alcool éthylique se fait aux dépens de la fonction alcool laissant persister les deux fonctions acide fort et acide faible;

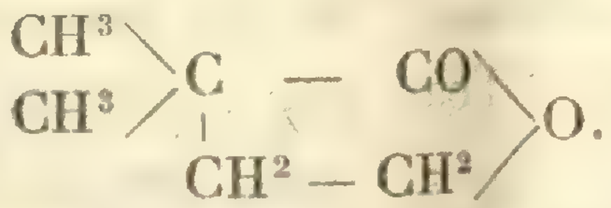
» 2° La quantité de chaleur dégagée par la deuxième molécule d'alcali agissant sur les éthers acides est plus grande que celle produite par l'acide phosphorique dans les mêmes conditions; il semble donc que les monoéthers-phosphates dipotassiques sont moins facilement dissociables en solution aqueuse que les phosphates correspondants;

» 3° Les oxhydryles de la glycérine, persistant dans l'acide glycérophosphorique, n'influencent pas les deux fonctions acides;

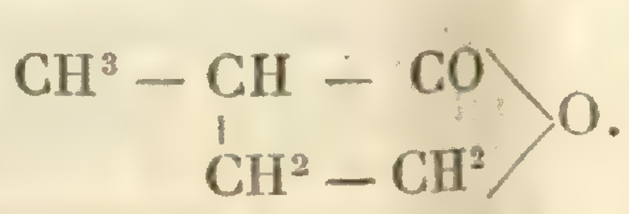
» 4° L'acide éthylphosphorique se comporte, vis-à-vis de l'hélianthine et de la phtaléine, comme les acides phosphorique et glycérophosphorique et peut, par suite, être dosé volumétriquement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse de l'acide diméthyl*-3.3-*pentane-dioïque*-1.5. Note de M. **F.-E. Blaise**, présentée par M. Friedel (¹).

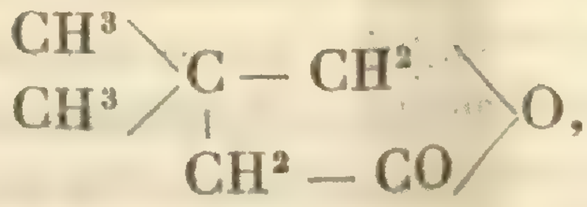
« J'ai montré que les olides 1.4 à fonction olidique créée sur un atome de carbone tertiaire, chauffées avec le cyanure de potassium, donnent naissance, par suite d'une transposition moléculaire, à des acides nitriles de la série succinique. Pour arriver à la synthèse de l'acide 2.2-diméthyl-pentanedioïque-1.5, le problème revenait donc à partir d'une olide à fonction primaire, telle que la suivante

(1) 

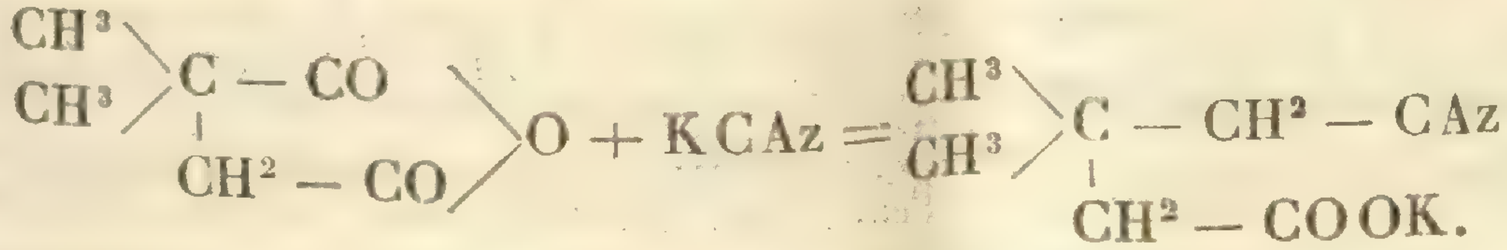
D'après un travail de MM. Fr. Fichter et A. Herbrand (*D. ch. G.*, t. XXIX, p. 1192), l'anhydride pyrotartrique, réduit en liqueur acide par l'amalgame de sodium, fournit l'olide



Je pouvais donc espérer obtenir la diméthyl-2.2-butanolide-1.4 par réduction de l'anhydride diméthylsuccinique dissymétrique, J'ai obtenu en effet une olide ; mais celle-ci répond certainement à la constitution

(2) 

car, chauffée avec le cyanure de potassium, elle fournit exclusivement un nitrile acide correspondant à l'acide diméthyl-3.3-pentanedioïque-1.5



(¹) Travail fait au laboratoire de la Faculté des Sciences de Paris.

» La réduction porte donc, ainsi que l'on pouvait s'y attendre, sur le carbonyle dérivé du carboxyle le moins acide.

» Il est bien vraisemblable que l'anhydride pyrotartrique doit se comporter de même. MM. Fichter et Herbrand ont établi la constitution de l'olide qu'ils ont obtenue en la réduisant par l'acide iodhydrique, ce qui, d'après ces auteurs, fournit l'acide méthyléthylacétique. Dans le cas où l'olide répondrait à la constitution

$$CH^3 - CH(CH^2 - CO)\rangle O,$$

on devrait obtenir l'acide isovalérique. Or l'identification de ces deux acides est extrêmement délicate; ils ne peuvent guère être distingués qu'au nombre de molécules d'eau que renferment leurs sels de calcium. Les auteurs ont bien préparé le sel calcique de l'acide qu'ils ont obtenu, mais les résultats analytiques qu'ils donnent ne portent que sur la quantité de base renfermée dans le sel anhydre.

» Je me propose de vérifier la constitution de l'olide obtenue en la chauffant avec le cyanure de potassium; l'hydratation de l'acide nitrile formé donnera, soit l'acide 2-méthylpentanedioïque-1.5, soit l'acide 3-méthylpentanedioïque-1.5, qui sont faciles à différencier.

» *Partie expérimentale.* — La réduction de l'anhydride diméthylsuccinique a été effectuée suivant les indications de MM. Fichter et Herbrand, mais le rendement obtenu n'a jamais dépassé 12 pour 100. L'olide constitue un liquide incolore, à odeur douce, bouillant à 207°-210°.

» On place dans un tube qu'on scelle ensuite 12^{gr} de cette olide et 8^{gr} de cyanure de potassium bien sec et finement pulvérisé. On chauffe à 275°-280° pendant cinq heures au bain de nitrates. A l'ouverture du tube, on ne constate pas de pression; on redissout le contenu du tube dans l'eau et l'on épuise trois fois à l'éther pour éliminer l'olide qui n'a pas réagi. On sature alors la liqueur d'acide chlorhydrique en la laissant s'échauffer. Quand le gaz se dégage abondamment, on ajoute un peu de noir animal et l'on évapore à sec. Le résidu est soumis à un épuisement continu au moyen de l'éther. Dans la solution éthérée se déposent bientôt de longues aiguilles; on distille la majeure partie de l'éther, on essore et on lave les cristaux avec un peu d'éther. Ces cristaux constituent l'amide acide $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\rangle C(CH^2 - CO - AzH^2)(CH^2 - CO^2H)$. Cette amide se présente en aiguilles blanches, solubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther et le benzène et fusibles à 146°. Elle distille à 268° sans perdre d'eau. On peut enfin la chauffer au bain-marie pendant plusieurs heures avec de l'acide chlorhydrique concentré sans lui faire subir la moindre hydratation. Par contre, elle est facilement hydratée avec déga-

gement de gaz ammoniac par les alcalis en solution aqueuse. Cette hydratation fournit l'acide 3.3-diméthylpentanedioïque-1.5 déjà obtenu par MM. Goodwin et Perkin (*Chem. Soc.*, p. 64; 1894) et par M. Auwers (*D. ch. G.*, t. XXVIII, p. 1130). Cet acide fond à 101°-102°.

» Chauffé avec l'anhydride acétique, il fournit un anhydride qu'on peut faire cristalliser facilement dans un mélange d'éther de pétrole et de benzène, et qui fond à 124°. Cet anhydride, traité par l'aniline, donne un acide phénylamidé fusible à 134°.

» J'ai cherché, d'autre part, si la réaction n'avait pas donné naissance à un autre acide.

» Pour cela, l'éther-mère de l'amide acide a été évaporé et le résidu hydraté par la potasse en solution aqueuse. On acidule ensuite par l'acide chlorhydrique et l'on évapore à sec; le résidu est soumis à un épuisement continu au moyen de l'éther. Ce solvant abandonne une huile qu'on chauffe avec du chlorure d'acétyle pour transformer l'acide en anhydride. On distille ensuite, et la totalité du produit passe entre 268° et 275°. L'anhydride distillé cristallise en masse; on le redissout dans un peu de benzène et on le transforme en dérivé phénylamidé qu'on soumet à des cristallisations fractionnées.

» Cette opération ne m'a fourni qu'un seul acide phénylamidé, fusible à 134°, et qui correspond, par conséquent, à l'acide 3.3-diméthylpentanedioïque-1.5. Cet acide s'est donc formé seul dans la réaction et l'olide dont il dérive est un corps unique possédant la constitution que je lui ai attribuée. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse spectrale des composés non conducteurs par les sels fondus*. Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. Friedel.

« Les silicates naturels, réduits en poudre fine et dissous dans une perle de carbonate alcalin fondu, d'où jaillit l'étincelle dirruptive d'un condensateur chargé par une bobine d'induction, m'ont donné (1) au spectroscope les principales raies du silicium. La plupart des éléments constituants ou accessoires des silicates manifestent aussi leur présence de la même manière. J'ai donc été amené à rechercher dans ce procédé une méthode généralement applicable aux minéraux non conducteurs qui échappent à l'analyse spectrale directe déjà exposée ici (2). L'apparition continue et

(1) *Comptes rendus*, 25 janvier 1897.
(2) *Comptes rendus*, 8 juillet 1895.

très vive des spectres de lignes des composants du minéral étudié fait rentrer celui-ci dans les conditions d'examen des sels fondus dont j'ai précédemment donné les spectres de dissociation. Non seulement les silicates, mais aussi les sulfates, sulfures, fluorures, carbonates, oxydes et, en dehors des minéraux, les précipités insolubles et non conducteurs successivement obtenus dans les séparations analytiques de la voie humide, donnent des résultats satisfaisants par cette méthode d'investigation. Comme pour toute réaction spectrale, la sensibilité de diagnostic diffère notablement d'un corps simple à l'autre; elle dépasse, pour la plupart, celle du chalumeau ou de la voie humide.

» Le procédé n'exige qu'une faible quantité de matière, finement pulvérisée dans un mortier d'agate et intimement mélangée avec le sel destiné à la désagréger et à la dissoudre. Un peu de ce mélange est mis en fusion dans une flamme, sur l'extrémité aplatie d'un gros fil de platine formant la branche inférieure du dispositif que j'ai appelé *en* V *couché,* et où le sommet de l'angle aigu est le point de jaillissement de l'étincelle, amenée sur la couche fondue par le rapprochement des deux branches, reliées respectivement aux pôles de la batterie de jarres et de la bobine.

» Le sel fondu employé comme dissolvant igné du minéral a été de préférence le carbonate de lithium, à cause de la simplicité de son spectre, de sa facile fusibilité et de sa rapidité à dissoudre les silicates. Le carbonate de sodium donne de bons résultats, mais il est moins fusible et le maximum d'intensité des spectres obtenus par son attaque est notablement plus lent à se manifester qu'avec Li^2CO^3. Les deux sels ont été employés concurremment dans la plupart des essais, et la supériorité de puissance dissolvante du sel de lithium, à température relativement basse, m'a paru en conseiller l'emploi, dans toute analyse de silicate par désagrégation ignée.

» Le petit nombre de raies du carbone, dont j'ai déjà signalé la présence et les conditions d'apparition dans les carbonates (1), est, dans la pratique, réduit à deux : (657,8) dans le rouge et (426,7) dans l'indigo. Le spectre du dissolvant présente donc très peu de raies; au lieu de gêner l'observation, elles servent à repérer celles dont on constate la présence pour en rechercher l'origine.

» Ce procédé offre un autre avantage : l'absence du spectre de l'air (trait de feu), qui se manifeste seulement après la volatilisation du sel fondu, ou lorsque la flamme cesse d'envelopper celui-ci.

» L'emploi d'autres sels fondus a été essayé. L'acide borique et les borates m'ont

(1) *Comptes rendus,* 29 juillet 1897.

paru très mauvais conducteurs, soit fondus, soit à l'état de vapeurs; l'étincelle s'y fraye difficilement passage en donnant le spectre du platine des fils et celui de l'air. Les lignes du bore ne peuvent d'ailleurs être obtenues que dans des conditions toutes spéciales surtout au point de vue de la puissance de l'étincelle employée. Il n'y a donc lieu ni de se servir des sels du bore comme dissolvant spectral des corps, ni de rechercher le bore par son spectre de dissociation; il faut au contraire avoir recours aux bandes vertes bien connues qu'il donne dans la flamme.

» On peut, en revanche, faire usage des bisulfates alcalins pour la recherche des métaux, mais sans dépasser une faible condensation insuffisante pour amener les raies du soufre, ou pour l'étude des parties plus réfrangibles du spectre où le soufre ne se manifeste pas.

» La source de chaleur à employer peut varier avec le sel; pour Li^2CO^3 une simple lampe à alcool suffit; mais, avec les autres carbonates ou bisulfates, il y a lieu de recourir au brûleur de Bunsen ou à l'éolipyle à pétrole.

» L'ensemble du dispositif expérimental et le mode d'observation sont ceux dont j'ai jusqu'ici fait usage pour l'étude des sels fondus. La condensation seule a varié; elle a été réduite à une jarre pour la recherche des métaux seulement, sans faire apparaître les raies des métalloïdes. Si l'on craint la formation de composés métalliques réductibles et pouvant attaquer le platine, on remplacera la spatule inférieure par un morceau de graphite de Sibérie bien pur, creusé en coupelle pour contenir la goutte du mélange fondu, et maintenu dans la flamme par une pince à bouts de platine (1). »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les fonctions de l'hypophyse cérébrale.* Note de M. E. DE CYON.

« Mes recherches sur les corps thyroïdes, en établissant leur rôle d'organes destinés à protéger le cerveau contre les dangers des subits afflux de sang (2), m'avaient forcément amené à étudier les fonctions de l'hypophyse cérébrale. Dans l'exposé détaillé de ces recherches, je m'exprimais ainsi sur les fonctions probables de l'hypophyse : « Parmi les appareils qui

(1) Dans une prochaine Communication je me propose de résumer mes observations sur la recherche des différents corps simples par la méthode que je viens d'exposer.

(2) *Comptes rendus*, 13 septembre 1897.

» permettent au cerveau d'invoquer l'intervention protectrice des thy-
» roïdes, l'hypophyse doit occuper la première place (1). »

» Des expériences exécutées dans cet ordre d'idées ont pleinement confirmé mes prévisions et m'ont permis de déterminer d'une manière précise plusieurs fonctions de l'hypophyse.

» Ces expériences consistaient en injections intra-veineuses des extraits aqueux de l'hypophyse, préalablement séchée et pulvérisée; en excitations électriques ou mécaniques de cet organe; enfin en son extirpation. Ces opérations, accompagnées de l'observation de la pression sanguine, ainsi que du fonctionnement des nerfs du cœur, avaient donné des résultats parfaitement concordants, dont voici un bref résumé.

» I. Enfermée dans une cavité à parois rigides, située elle-même dans l'endroit le plus abrité de la boîte cranienne, se trouvant par l'*infundibulum* en communication avec le troisième ventricule du cerveau, abondamment dotée de vaisseaux sanguins et, en outre, entourée par de puissants sinus veineux, l'hypophyse est particulièrement apte à être impressionnée par les fluctuations de pression soit du liquide cérébro-spinal, soit du sang. En effet, *toute pression, même légère, exercée sur l'hypophyse, se manifeste immédiatement par une brusque variation de la pression sanguine et par un ralentissement notable des battements du cœur, dont la force est en même temps considérablement augmentée.* L'excitation électrique de l'hypophyse, même par des courants excessivement faibles, produit exactement les mêmes phénomènes que la pression mécanique, mais d'une manière bien plus intense.

» A l'occasion de ces expériences, j'ai pu constater que le ralentissement des pulsations que provoque toute augmentation des résistances dans les voies circulatoires, et qu'on attribuait jusqu'à présent à une excitation *directe* des terminaisons de nerfs pneumogastriques dans la moelle allongée, n'est dû en réalité qu'à une excitation *réflexe* de ces terminaisons, qui a son origine dans l'hypophyse : *c'est l'excitation de cette dernière qui, par l'augmentation de la pression, amène le ralentissement des battements du cœur.* En effet, il suffit d'extirper l'hypophyse pour que l'occlusion de l'aorte abdominale ne puisse plus provoquer de ralentissement des pulsations.

» La destination physiologique de cette faculté de l'hypophyse, de

---

(1) *Beiträge zur Physiologie der Schilddrüse und des Herzens* (*Archives de Physiologie de Pflüger*, Vol. 70, p. 212).

répondre à toute pression par une excitation des pneumogastriques et par une modification de la tension des petits vaisseaux, est facile à établir à l'aide de mes recherches antérieures sur les corps thyroïdes. Ces recherches ont, en effet, démontré que, sous l'influence de l'excitation des pneumogastriques, *la vitesse de la circulation veineuse dans les thyroïdes peut s'accroître jusqu'au quadruple de la vitesse normale* (1). *Toute pression sur l'hypophyse fait, par conséquent, entrer en jeu les mécanismes par lesquels les corps thyroïdes débarrassent le cerveau d'un dangereux afflux de sang.* L'hypophyse dirige ces mécanismes, un peu comme les appareils électriques d'une gare déclenchent le système des blocs sur les lignes des chemins de fer.

» II. En dehors de ce rôle purement *mécanique*, l'hypophyse joue encore un rôle *chimique*.

» Comme la glande thyroïde, elle produit une substance destinée à faciliter la tâche de son mécanisme automatique. En effet, *les extraits de l'hypophyse injectés dans les veines d'un animal produisent, sur le cœur et sur la pression sanguine, des effets identiques à ceux que provoquent les excitations électriques ou mécaniques de cet organe*. L'iodothyrine est, comme je l'ai démontré antérieurement, l'agent chimique principal des corps thyroïdes. *La substance active de l'hypophyse est une combinaison organique de phosphore*, que je propose de désigner sous le nom de *hypophysine ou phosphoro-hypophysine*. Sur les pneumogastriques, cette substance exerce une action analogue à celle de l'iodothyrine. Sur le système vasomoteur, son action diffère de celle de l'iodothyrine, autant que l'exige d'ailleurs la différence entre la position anatomique de l'hypophyse à l'*intérieur* de la boîte cranienne et celle des thyroïdes à l'*entrée* et *en dehors* du crâne.

» Les résultats de mes recherches sur l'hypophyse, que je viens de résumer, permettent d'expliquer la manière dont cet organe peut suppléer à l'absence des corps thyroïdes, ou à leur mise hors d'état de fonctionner régulièrement. D'une part, l'action de l'hypophysine sur les nerfs du cœur remplace celle de l'iodothyrine ; tandis que, de l'autre, l'action directe de l'hypophyse sur les pneumogastriques et sur le système sympathique provoque encore des modifications assez notables dans la circulation sanguine pour pouvoir, à défaut de thyroïdes, protéger le cerveau contre les dangers des subits afflux de sang. L'hypertrophie de l'hypophyse, constante chez certains animaux, par exemple, chez les lapins, après l'extirpation

(1) *Loc. cit.*, Chap. IV.

des thyroïdes, indique clairement le surcroît de travail que cette opération lui impose. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Production de godets faviques par l'inoculation à l'homme et à la souris d'un Tricophyton pyogène*. Note de MM. **Sabrazès** et **Brengues**, présentée par M. Bouchard (¹).

« L'inoculation sur l'épiderme de l'homme d'un champignon morphologiquement tricophytique, extrait d'un sycosis parasitaire profond de la barbe, observé dans le service de M. le professeur Lannelongue, a déterminé l'apparition d'une plaque suppurative, parsemée de *godets* jaune soufre de petites dimensions, ayant les caractères objectifs et *microscopiques* des godets faviques. Les rétrocultures ont fourni le champignon inoculé qui paraît se confondre avec le Tricophyton pyogène du cheval, bien connu depuis les travaux de M. Sabourand.

» Ce même champignon, inoculé à deux souris, a produit des godets faviques, ainsi que le démontrent l'*aspect objectif*, l'*étude microscopique* et les *rétrocultures*.

» Ces godets sont moins envahissants que ceux qui résultent de l'inoculation des champignons du favus humain et du favus du chien. Chez l'homme, ils sont rapidement masqués par le processus suppuratif inhérent à la vie du parasite dans l'épiderme et dans le follicule pileux; chez l'animal, ils se détachent à la longue, laissant à nu des exulcérations suintantes et dépilées des téguments et n'entraînent pas la mort.

» Ces constatations prouvent, à notre avis, qu'il faut, entre les Tricophytons et les Achorions, faire tomber les barrières trop absolues que la plupart des travaux antérieurs avaient édifiées. Du reste, l'étude morphologique et biologique de plusieurs champignons faviques d'origine animale (poule, chien, chat, souris), poursuivie depuis plusieurs années, en collaboration avec M. Costantin, par M. Sabrazès, aboutit à cette même conclusion.

» Ces faits viennent encore à l'appui de l'opinion que l'un de nous a contribué à fonder, à savoir : la pluralité des champignons susceptibles de végéter, sous la forme de godets de spore mycélienne et d'une malignité variable, dans l'épaisseur du revêtement cutané de l'homme et de la souris.

(¹) Travail du laboratoire des cliniques de la Faculté de Bordeaux.

» Nous dirons, en terminant, que c'est la première fois qu'un champignon réputé tricophytique est reconnu pathogène pour la souris. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les parasites du cancer et du sarcome (coloration, structure, cycles de reproduction, dimorphisme évolutif)*. Note de M. **F.-J. Bosc**, présentée par M. Bouchard.

« Dans une précédente Note, nous avons étudié la morphologie et la répartition, dans le cancer et le sarcome, de parasites constants dont nous avons décrit cinq types principaux.

» Ces éléments présentent des *réactions colorantes*, une *structure* et des *modes de reproduction*, qui constituent autant de preuves nouvelles et de plus en plus importantes de leur nature parasitaire.

» 1° *Coloration*. — Déjà, dans un simple examen microscopique direct, sans coloration, de matière cancéreuse fraîche, on peut distinguer les parasites des éléments cellulaires. Mais la coloration convenable des produits cancéreux *frais* donne des élections extrêmement remarquables, qui mettent les parasites en relief et permettent de les étudier *tels qu'ils sont en réalité, en dehors de toute altération*.

» L'examen de coupes histologiques colorées n'est pas, à lui seul, une base suffisamment sûre ; mais, s'il vient s'ajouter à l'examen des tissus frais, cette étude comparative permet d'avoir les renseignements les plus précis sur la forme, les rapports, la structure et le développement des parasites. Les colorations par le picro-carmin, l'hématéine, la safranine, l'hématéine-fuchsine acide orange, le biondi, l'erlich dilué, la safranine-induline, la fuchsine acide bleu de Roux, etc., montrent que *chaque partie du parasite présente des réactions propres* et que *toutes les formes parasitaires se différencient, avec une netteté indiscutable, des tissus environnants*.

» 2° *Structure*. — Les principales formes parasitaires sont les formes microbiennes, les granulations, les formes cellulaires et les formes enkystées ; les trois premières sont toujours entourées d'une zone hyaline.

» *a. Zone hyaline*. — Elle peut prendre un très grand développement (25$^{\mu}$ à 30$^{\mu}$ de diamètre) et elle constitue, non un produit de dégénérescence, mais la *partie périphérique différenciée du parasite*. Elle n'adhère pas au protoplasma de la cellule-hôte ; elle fait corps avec la masse centrale du parasite. Dans la cellule-hôte, elle prend une forme ronde, de par son élasticité et celle du protoplasma de la cellule. Mais, lorsqu'on examine les parasites libres dans les mailles conjonctives, la zone hyaline présente

des bords irréguliers, amiboïdes. Homogène, très réfringente, surtout dans sa partie centrale, elle se colore difficilement, à l'état frais, mais bien plus facilement sur les coupes et d'une façon élective. Sur les coupes histologiques, elle subit des altérations d'intensité variable, depuis un simple plissement jusqu'à des rétractions et des vacuolisations qui lui donnent un aspect étoilé ou en rayons de roue *pouvant simuler les filaments de passage des cellules malpighiennes.*

» Normalement, la zone hyaline peut présenter de *fines stries rayonnées* dues à des différences de réfringence. Dans les formes sarcodiques, cette zone peut devenir énorme et d'aspect pseudopodique.

» *b. Formes microbiennes et granulations.* — La petite masse qui les forme, située au centre d'une zone hyaline de petit diamètre, est homogène, brillante, à bords délicats. Elle prend la plupart des couleurs, mais surtout l'hématéine, la safranine, la fuchsine acide; elle a une grande affinité pour le carmin boraté, le bleu de méthylène. Ses affinités dans les colorations composées sont très différentes de celles du noyau de la cellule-hôte; elles se rapprochent davantage de celles du nucléole. Il ne m'est pas possible de préciser la nature chimique de cette substance, mais il existe des ressemblances entre elle et les bactéries.

» *c.* Les *formes cellulaires* de petit volume sont formées par une grosse granulation nucléée. Cette masse peut prendre une structure complexe et se différencier en zones concentriques depuis le noyau central nucléolé jusqu'à la zone hyaline. Ces zones sont homogènes ou bien l'une d'elles est chargée de granulations fines fortement colorées par l'hématéine et la safranine. Chacune de ces zones se différencie par des réactions colorantes très délicates, avec le biondi ou l'erlich dilué, par exemple.

» *d. Formes enkystées.* — Si l'on étudie les formes cellulaires les plus complexes, on arrive à suivre les transformations de chacune de leurs zones jusqu'à la formation du kyste. La zone hyaline se condense en grosses granulations irrégulières qui se joignent et forment la paroi externe du kyste; dans la masse protoplasmique homogène du parasite, les granulations fines deviennent très abondantes, l'aspect homogène disparaît et l'on a enfin une masse granuleuse qui se rétracte au centre du kyste enfermant un gros noyau. La paroi kystique peut être très épaisse, à double contour, ou très mince (kystes résistants, kystes fragiles); il existe entre cette paroi et la masse centrale un espace incolore, très brillant où cependant la couleur diffuse un peu de la périphérie et qui paraît rempli par une sorte de matière hyaline liquide. Les microspores sont de petits corps très réfringents à paroi épaisse; les spores de grand volume ont une double paroi mince, et les sporozoïtes présentent des réactions tout à fait spéciales, autant pour leur protoplasma que pour leur noyau.

» 3° *Cycles de reproduction.* — En étudiant les formes parasitaires d'une même tumeur, on arrive à reconstituer tous les stades intermédiaires d'une évolution qui aboutit à des phénomènes de reproduction. En nous basant sur les nombreuses tumeurs que nous avons étudiées, suivant la méthode précédemment exposée, nous avons constaté les cycles évolutifs suivants :

» *a.* Cycle *sporulé à spores volumineuses* et à sporozoïtes de grande taille;

» *b.* Cycle *sporulé à microspores :* les spores sont petites, de 3 μ à 5 μ de diamètre et en nombre très considérable, d'abord insérées sur la masse centrale, puis libres dans le kyste ;

» *c. Cycle asporulé* aboutissant, par division nucléaire directe et condensation du protoplasma, à la formation d'une *morula* et de mérozoïtes de grande et petite taille (micrococciques);

» *d. Cycle à microsporozoïtes* ou chromatozoïtes : je n'ai pu l'observer qu'une seule fois;

» *e. Division directe*, soit faisant partie d'un des cycles ci-dessus, précédant par exemple le cycle asporulé à morula, soit constituant un *véritable mode de reproduction par division directe à l'infini.*

« 4° *Dimorphisme évolutif*. — En étudiant les formes parasitaires d'une tumeur déterminée, nous fûmes surpris de trouver des formes impossibles à classer dans une même série. Ce n'est que par l'étude comparée de toutes les formes trouvées dans de nombreux écrasements et des séries de coupes que nous arrivâmes à nous convaincre qu'*un même parasite peut présenter plusieurs cycles évolutifs*. Nous trouvâmes par exemple, dans une tumeur, toutes les formes intermédiaires qui aboutissent les unes à la morula, les autres au kyste.

» Dans la plupart des *cancers*, ce dimorphisme évolutif est la règle et l'on peut trouver deux, trois et même quatre cycles évolutifs différents dans un seul carcinome; dans les *sarcomes*, ce dimorphisme est très réduit et l'on ne constate ordinairement que le stade asporulé à micromérozoïtes et la division directe, ou même uniquement un processus de division directe. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Contribution à l'étude de la division cellulaire directe ou amitotique ; ses anomalies, sa valeur fonctionnelle.* Note de M. **JOANNES CHATIN.**

« En faisant récemment connaître l'évolution et les principales différenciations de la cellule conjonctive chez la Paludine (1), j'ai eu l'occasion de mentionner les phénomènes de prolifération qui se manifestent lors de la pénétration de divers parasites, spécialement des Cercaires. L'étude de cette prolifération, ainsi que des processus cytogénétiques concourant à la réaliser, ne laisse pas d'être assez instructive et d'appeler l'attention sur des questions qui, trop souvent, sont laissées dans l'ombre.

(1) *Comptes rendus*, séance du 28 février 1898.

» Il est effectivement à remarquer que la plupart des travaux d'Anatomie zoologique se bornent à indiquer, çà et là, des faits de prolifération et de division cellulaires, sans entrer dans aucun détail sur les modes de partition ou de multiplication des éléments considérés : il est permis de penser que nombre de faits intéressants ont été ainsi négligés. L'histoire de la cytodiérèse (1), directe ou indirecte, est toute contemporaine et se prête à une ample moisson d'observations nouvelles.

» Pour en juger, il suffit de se placer dans des conditions semblables à celles qui m'ont été offertes par le tissu conjonctif de la Paludine. La rapide prolifération dont il est le siège met en œuvre les deux procédés de la cytodiérèse : division indirecte ou mitotique, division directe ou amitotique. Celle-ci sera seule étudiée dans la présente Communication.

» Ses différents stades ont été pleinement élucidés par les belles recherches de M. Ranvier : quel que soit l'élément histique ou le type zoologique dans lequel on l'observe, cette amitose se traduit toujours sensiblement par les mêmes phénomènes. Mais, si régulière que soit sa marche dans la plupart des cas, ne peut-elle offrir quelques particularités, voire des anomalies? La division directe est-elle exclusive de la division indirecte? Quand elles coexistent, quelle est la plus fréquente? Enfin, comment doit-on apprécier l'amitose, au point de vue de sa valeur et de sa signification fonctionnelles?

» Les anomalies de l'amitose sont infiniment plus rares que celles de la karyokinèse; cependant on en observe ici et elles revêtent des caractères variables.

» En premier lieu, il peut arriver que, la partition nucléaire s'étant effectuée, le plasma somatique de la cellule-mère se maintienne au stade de simple constriction. On a alors sous les yeux un élément d'aspect monstrueux, conformé en bissac et possédant deux noyaux.

» Ailleurs, les deux cellules-filles sont déjà nettement tracées, mais leurs territoires restent en contact par une zone plus ou moins étendue, sans qu'on assiste à la séparation des deux éléments ainsi géminés.

» D'autres anomalies portent non plus sur la division plasmatique, mais sur la division nucléaire. Tels sont les exemples dans lesquels j'ai vu les deux moitiés du noyau-mère unies non par un pédicule unique, comme

---

(1) Ce terme (κύτος, cellule; διαίρεσις, division) est pris ici dans son acception littérale : division cellulaire en général.

dans les cas normaux, mais par un pédicule double, ou par un faisceau de plusieurs filaments.

» Quant aux observations de *noyaux annulaires* que j'ai recueillies, je crois devoir les imputer à des mitoses anormales. Les faits dont j'ai été témoin ne me semblent nullement favorables à la thèse qui veut voir, dans ces noyaux annulaires, les produits d'une amitose irrégulière. Tout me paraît, au contraire, corroborer les vues de Meves et autoriser à regarder ces noyaux annulaires comme dérivant de certains retards, etc., dans la marche de la karyokinèse.

» En effet, de ce que des actes de mitose se manifestent ici, on n'en doit pas conclure à l'absence de divisions indirectes ou karyokinétiques. J'insiste sur ce point, car il pourrait se faire que des cytologistes, étudiant des phénomènes analogues de prolifération, fussent doublement incités à n'y rencontrer que le mode de division directe. D'une part, ils seraient peut-être guidés vers cette appréciation par la croyance, encore très répandue, à l'exclusion réciproque des deux formes de partition cellulaire; d'autre part, ils pourraient être induits en erreur par l'emploi de certains réactifs. C'est ainsi que la thionine met souvent en évidence les divisions directes, sans révéler les karyokinèses qui s'accomplissent dans le même tissu. Or, non seulement la division directe n'exclut nullement la division indirecte, mais celle-ci se montre infiniment plus fréquente dans les circonstances dont il s'agit.

» Le fait acquiert même un intérêt particulier, en raison de la nature des éléments, comme en raison des conditions dans lesquelles leur évolution a été suivie. Demeurant voisines de la forme initiale, douées d'une activité exceptionnelle et sans cesse en jeu, ces cellules sont en voie de prolifération d'autant plus rapide que leur multiplication se trouve provoquée par la pénétration de parasites, contre lesquels se mobilisent toutes les forces vives de l'organisme.

» La prééminence semblerait donc assurée à la division directe, dont le processus est plus simple, dont les effets sont plus prochains; en réalité, elle appartient à la division indirecte. Dès lors, une dernière question se pose : quelle signification fonctionnelle convient-il d'attribuer ici aux deux formes de la cytodiérèse?

» Doit-on leur reconnaître une inégale valeur? L'une d'elles serait-elle seule féconde, l'autre fatalement stérile? En ces dernières années, plusieurs cytologistes ont opiné dans ce sens, représentant la mitose comme l'unique mode physiologique de cytodiérèse. Seule, cette division indirecte eût pu

donner des cellules capables de se reproduire; seule, elle eût été *régénérative,* tandis que la division directe n'eût été que *dégénérative*.

» Cette distinction est sans doute fondée pour les cas où on l'a admise; mais on a eu, tout au moins, le tort de vouloir la généraliser trop hâtivement. Elle est loin d'être toujours justifiée : plusieurs exemples cités par MM. Guignard, Balbiani, Lœwit, etc., montrent qu'il existe une amitose franchement régénérative et à la suite de laquelle les éléments sont aptes à se multiplier. Mes recherches m'ont présenté des faits analogues.

» Il en est du dualisme qu'on s'est efforcé de créer entre les deux formes de division comme de l'antagonisme qu'on a voulu proclamer entre le noyau et le protoplasma de la cellule. Les deux modes de cytodiérèse (dont l'intime parenté s'affirme si nettement chez les Infusoires) concourent au même but, de même que les organes de la cellule assurent les divers actes de sa vie. Ce qu'on doit reconnaître en eux, c'est la fraternité et l'harmonie, non la lutte et l'antinomie.

» Telle est la conclusion à laquelle m'ont conduit mes études sur l'amitose, observée dans les conditions précitées; mais, en même temps, se succèdent de nombreux actes de division mitotique, dont l'analyse n'est pas moins digne d'attention; j'espère l'établir dans une prochaine Communication. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Annélides recueillis par les expéditions du* Travailleur *et du* Talisman. Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Milne-Edwards.

« M. Milne-Edwards a bien voulu me confier l'étude de ces animaux. Les espèces de ces Annélides sont au nombre de quatorze. Une seule d'entre elles appartient à la section des Sédentaires; elle entre dans le genre *Vermilia*. Toutes les autres sont libres.

» Sept de ces espèces sont connues et décrites. Elles font partie des genres *Letmonice* (*L. filicornis*), *Polynoe* (*P. synophthalma*), *Eunice* (*E. Günneri*), *Lumbriconereis* (*L. Latreillei*), *Hyalinecia* (*H. tubicola*), *Tyrrhena* (*T. atlantica*), *Syllis* (*S. setubalensis*).

» Les autres formes sont nouvelles. Cinq, parmi elles, se placent dans des genres connus : *Aphrodite* (*A. perarmata*), *Polynoe* (*P. microphthalma*), *Harmothoe* (*H. Talismani*), *Hyalinecia* (*H. Edwardsi*), *Vermilia* (*V. falcigera*). Les deux dernières possèdent des caractères assez importants pour

motiver la création de groupements génériques, destinés à les contenir, avec plusieurs espèces déjà décrites. L'un de ceux-ci est le genre *Aphroditella*, dont les particularités principales ressemblent à celles des vraies *Aphrodite*, mais dont les soies ventrales sont pectinées, comme leurs correspondantes des *Letmonice*. L'autre constitue le genre *Letmonicella*, semblable au genre *Letmonice*, avec cette différence que le corps se recouvre d'un mince et complet tégument dorsal. Ces deux types, satellites des genres importants *Aphrodite* et *Letmonice*, établissent entre ces derniers une transition des plus nettes.

» Ces espèces diffèrent grandement entre elles, quant au nombre des individus recueillis. Sans doute (du moins est-il permis de le présumer), leurs qualités en ce sens représentent, avec une approximation suffisante, ce qui se passe dans la nature. Les exemplaires les plus abondants, et de beaucoup, appartiennent à deux espèces : *Eunice Günneri* et *Hyalinecia tubicola*. La première, décrite à plusieurs reprises sous différents noms (*E. amphiheliæ, E. floridana, E. philocorallia*), vit en commensalisme sur deux polypiers calcaires, communs dans les grandes profondeurs, le *Lophohelia prolifera* et l'*Amphihelia oculata*. La seconde, malgré des variations de taille d'une certaine amplitude, offre, dans ses caractères, une assez grande constance pour n'être point démembrée; chacun de ses représentants habite un tube corné, cylindrique, ouvert aux deux bouts, semblable à une plume d'oie, qu'il se produit lui-même. Peut-être la manière efficace dont ces animaux arrivent à se protéger, soit en se faisant des loges avec des polypiers calcaires, soit en s'abritant dans des tubes résistants, mais assez légers pour permettre les déplacements, explique-t-elle leur grande abondance.

» Quant à leur distribution en profondeur, la plupart des espèces, recueillies au cours de ces dragages, ont été prises entre 500^{m} et 2000^{m}; elles demeurent cantonnées à ces niveaux ou s'en écartent peu. Pourtant l'une, littorale d'habitude (*Lumbriconereis Latreillei*), a été trouvée par 400^{m}; une autre, la *Letmonicella spinosissima*, l'a été vers 99^{m}. La *Hyalinecia tubicola* remonte jusqu'à 40^{m} et 30^{m}. En revanche, la *Hyalinecia Edwardsi* fut capturée par 4255^{m}; c'est, parmi les espèces d'Annélides d'eau profonde, l'une des mieux établies à cet égard.

» En ce qui concerne leur extension géographique, presque toutes ces espèces sont propres à la moitié septentrionale de l'océan Atlantique. Seules, les deux qui se font remarquer par leur abondance comme nombre d'individus (*Eunice Günneri* et *Hyalinecia tubicola*) ont également une ré-

partition plus vaste en surface, car on les a obtenues de la Méditerranée, et, pour l'une d'elles (*H. tubicola*), de l'océan Pacifique.

» Chacune de ces espèces possède diverses particularités, d'importance inégale, qui contribuent à les caractériser. Deux ont assez de valeur pour mériter une mention spéciale. La *Hyalinecia Edwardsi*, draguée par 4255^{m} entre les Açores et l'Espagne, fabrique son tube avec un mucus épais, qui agglutine, pour mieux se consolider, de menus débris, parmi lesquels dominent des quartzites de différentes couleurs. La *Syllis setubalensis* se comporte, dans les phénomènes de sa sexualité, comme la *Syllis hamata;* l'extrémité postérieure de son corps se convertit en un tronçon sexuel, qui modifie ses dispositions, notamment les formes des soies, et se munit, par surcroît, de taches pigmentées placées à la base des cirrhes dorsaux. A cause de la profondeur (1200^{m}) où vivent ces êtres, étant données la cécité de la plupart des Annélides des grands fonds et l'absence de lumière à ce niveau, ces taches semblent plutôt correspondre à des organes doués de phosphorescence qu'à des appareils de vision. »

ZOOLOGIE. — *Sur une cavité du tégument servant, chez les* Myrmicinæ, *à étaler, au contact de l'air, un produit de sécrétion.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Em. Blanchard.

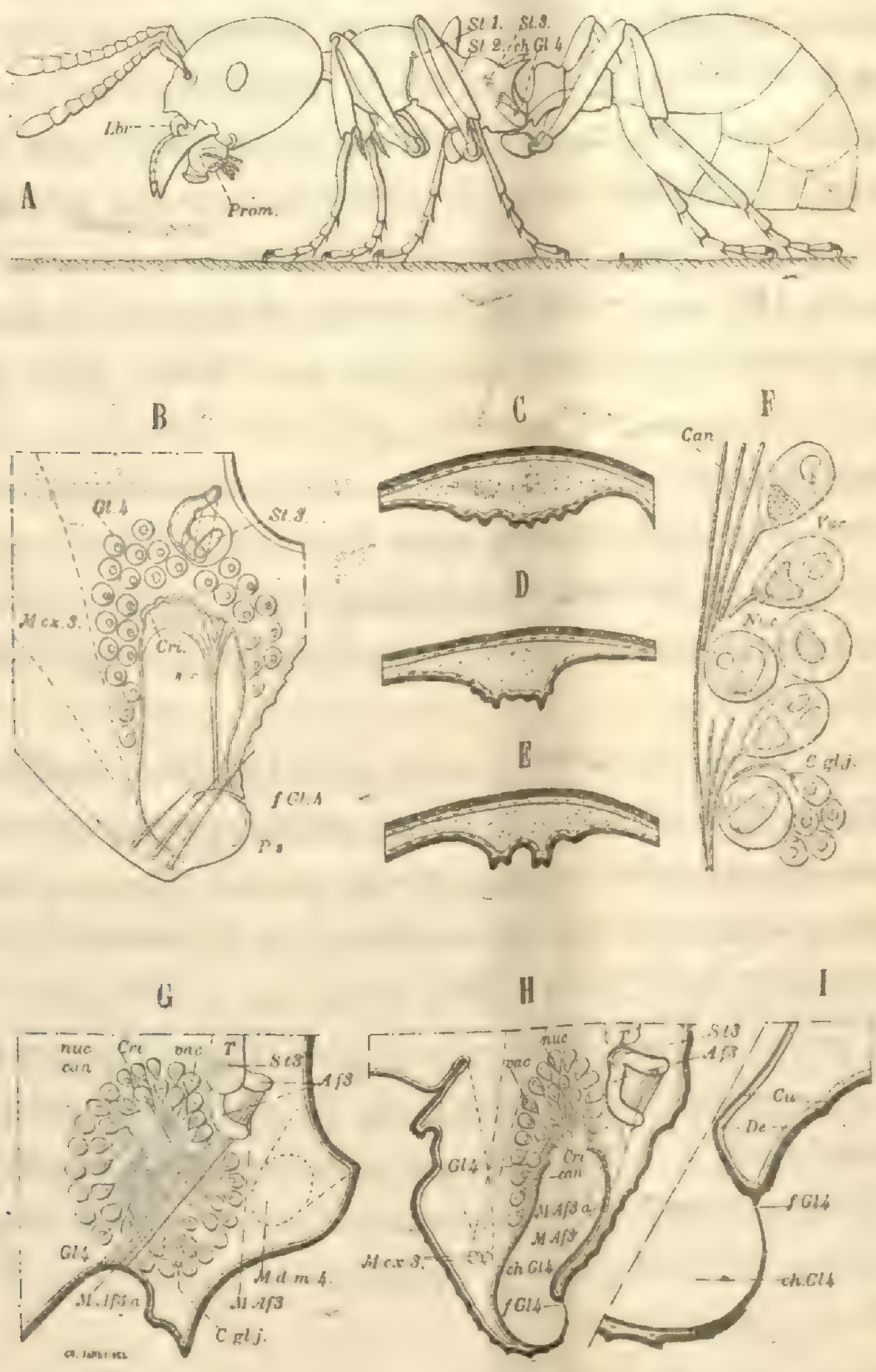
« Parmi les nombreuses glandes qui viennent déboucher à la surface du corps des Fourmis, celle qui se trouve logée dans la région inférieure du corselet présente une particularité remarquable (1).

» Au point de vue histologique, cette glande est, comme toutes les autres glandes tégumentaires (*fig.* F), formée de grosses cellules pourvues chacune d'un gros noyau, d'une vacuole claire et d'un fin canal chitineux excréteur qui, d'abord intracellulaire, sort de la cellule, aboutit au tégument et vient déboucher à l'extérieur par un petit orifice. L'ensemble des orifices de toutes les cellules de la glande forme un véritable crible (*fig.* B, G, H : *Cri*).

» La glande mandibulaire, qui appartient à la même catégorie morphologique que la glande qui nous occupe ici, sécrète un liquide qui s'accu-

(1) Cette glande a été décrite par Meinert et par Lubbock chez les *Formicinæ* où elle présente un dispositif notablement différent de celui que je décris pour les *Myrmicinæ*.

mule dans un réservoir formé par une invagination du tégument et qui sort par un orifice situé à la partie supérieure de la base des mandibules. Le réservoir est dépourvu de muscles constricteurs et la sortie du liquide



Myrmica rubra ☿. — Glande avec chambre aérifère située à la partie postérieure du corselet. A, figure montrant, en *ch Gl 4*, la situation de la chambre aérifère. B, la chambre aérifère vue par transparence. C, D, E, coupes transversales des sillons convergents *S* situés sur la paroi de la chambre. F, cellules de la glande. G, coupe parallèle au plan sagittal passant en dehors de la chambre près du crible. H, coupe parallèle à la précédente passant par la chambre. I, orifice de la chambre.

*A.f.*3, appareil de fermeture du troisième stigmate; *C.gl.j*, cellules glandulaires en voie de développement; *Can*, canaux excréteurs; *ch.Gl.4*, chambre aérifère; *Cri*, crible; *Cu*, cuticule; *De*, hypoderme; *f.Gl.4*, orifice de la chambre aérifère; *Gl.4*, glande; *Lbr*, labre; *M.A.f.*3, muscle de fermeture du troisième stigmate; *M.A.f.*3.*a*, muscle antagoniste du précédent; *M.cx.*3, muscles moteurs de la troisième coxa; *M.d.m.4*, muscle dorsal longitudinal du quatrième anneau postcéphalique; *Nuc*, noyau cellulaire; *Ps*, poils sensitifs; *Prom*, promuscis; *s*, sillons convergents situés sur la paroi de la chambre aérifère; *St.*1, *St.*2, *St.*3, premier, deuxième et troisième stigmates; *T*, trachée, *Vac*, vacuole.

emmagasiné semble être provoquée par certains mouvements des mandibules et du promuscis.

» Pour la glande du corselet des *Myrmicinæ* les choses se passent d'une façon bien différente. La cavité (*fig.* A, H, I : *Ch. Gl.* 4) sur la paroi de laquelle se trouve le crible n'est plus un réservoir à liquide : c'est bien encore, comme le réservoir de la glande mandibulaire, une invagination du tégument; mais ce dernier, au lieu de se modifier en une membrane souple, conserve la structure qu'il possède sur les parties externes du corps et forme ainsi une vaste chambre à parois tout à fait rigides. Cette chambre est située sur les côtés de la partie postérieure du corselet. Elle ne communique avec l'extérieur que par une fente très étroite (*fig.* B, H, I : *f. Gl.* 4).

» Ce qui frappe tout d'abord, c'est que cette chambre est toujours remplie d'air. On peut en conclure que le produit de la glande si importante qui vient y déboucher ne s'y accumule pas en grande quantité, mais s'y étale et finit par disparaître, probablement parce qu'il est ou devient volatil au contact de l'air.

» Du crible, où aboutissent les canaux glandulaires, partent sept ou huit replis (*fig.* B, C, D, E) qui se dirigent en convergeant vers le côté externe de la chambre et descendent le long de sa paroi. Ces replis, qui forment des crêtes saillantes séparant des dépressions, se réunissent bientôt en deux groupes qui limitent (*fig.* E) un sillon situé sur une légère éminence. Un peu au delà du point *s* (*fig.* B) il n'y a plus trace de ces crêtes, mais le sillon, réduit à une simple dépression de la paroi, se prolonge jusqu'au contact de la fente *f. G. l.* 4. Les sillons convergents qui partent du crible reçoivent et étalent sur une grande surface le produit de la glande et conduisent une certaine quantité de ce produit jusqu'auprès de la fente qui forme l'orifice de la chambre.

» La coupe transversale de cette fente (*fig.* I) montre que l'une de ses lèvres est tout à fait rigide, tandis que l'autre est une lame très mince et très flexible. Il est possible que ce soit là une disposition en rapport avec des mouvements d'ouverture ou de fermeture de la fente; mais, comme il n'y a aucun muscle spécial pour ces mouvements, ils ne pourraient être produits que d'une façon indirecte par les muscles des parties voisines du corps.

» Il est difficile de déterminer expérimentalement quel peut être le rôle de cette chambre aérifère presque complètement close, et l'on en est réduit aux hypothèses. On sait qu'une Fourmi sait reconnaître immédiatement,

même après une longue séparation, si un individu de son espèce est une de ses compagnes ou si, au contraire, elle appartient à une colonie différente. Ce que nous savons des organes visuels des Fourmis montre que la vue n'est pour rien dans cette reconnaissance qui, d'ailleurs, se produit tout aussi bien dans les profondeurs des galeries les plus obscures qu'à la surface du nid. Il est très probable que c'est en partie aux organes olfactifs que cette faculté doit être attribuée. Des organes olfactifs se trouvent en grand nombre sur les appendices buccaux, mais ils sont surtout nombreux sur les antennes, où on les trouve accumulés sur les derniers articles. Quant à l'odeur qui permet la reconnaissance (odeur qui ne doit pas être confondue avec celle de l'acide formique, laquelle ne se développe que lorsque l'animal, inquiété, fait usage de son venin), elle n'est, sans doute, autre chose que l'odeur caractéristique du nid. S'il en est ainsi, il faut que cette odeur puisse se fixer sur le corps de chacun des individus de la colonie. Il est possible que la glande à chambre aérifère que je viens de décrire joue un rôle dans la production et la conservation de l'odeur caractéristique qui permet la reconnaissance.

» L'espèce à laquelle se rapporte la description donnée ci-dessus est la *Myrmica rubra*, c'est-à-dire la vulgaire petite Fourmi rouge, connue par la piqûre légère qu'elle est capable de produire avec son aiguillon. Je crois intéressant de rapporter ici une expérience que j'ai faite, pour démontrer que les reines présentent bien plus de résistance que les mâles et les ouvrières à la mort consécutive à la privation d'humidité et de nourriture. Un nid artificiel vertical ayant été laissé sans eau et sans nourriture, les Fourmis se sont d'abord réfugiées dans les galeries les plus profondes du nid où elles trouvaient encore une trace d'humidité. Au bout de quelques jours les mâles et les ouvrières, au nombre d'environ cinq cents, étaient tous, sans une seule exception, morts ou mourants. Au contraire, les vingt reines qui se trouvaient dans cette colonie étaient encore toutes en parfait état et circulaient au milieu des monceaux de cadavres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variations, aux quatre phases, de la pression et des deux composantes du vent moyen sur le méridien du Soleil et son orthogonal.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Si l'on applique les formules de la Note précédente (¹) aux moitiés du méridien du Soleil et de son orthogonal, et qu'on sépare l'action solaire de l'action lunaire, on a, pour les valeurs de Σ, γ et γ' :

(¹) Voir *Comptes rendus*, n° 14; p. 1053 (4 avril 1898). Même légende.

		Méridien du Soleil.	Orthogonal E.	Méridien opposé.	Orthogonal W.
			Σ.		
Attraction solaire, uniformément.		$+ S' \cos(\lambda - \delta_S)$	$+ S' \sin\lambda \sin\delta_S$	$- S' \cos(\lambda + \delta_S)$	$+ S' \sin\lambda \sin\delta_S$
Action lunaire à	NL.	$+ L' \cos(\lambda - \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$- L' \cos(\lambda + \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$
	PQ.	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \cos(\lambda - \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$- L' \cos(\lambda + \delta_L)$
	PL.	$- L' \cos(\lambda + \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \cos(\lambda - \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$
	DQ.	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$- L' \cos(\lambda + \delta_L)$	$+ L' \sin\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \cos(\lambda - \delta_L)$
			γ.		
Solaire		o	$- S' \cos\delta_S$	o	$+ S' \cos\delta_S$
Lunaire à	NL.	o	$- L' \cos\delta_L$	o	$+ L' \cos\delta_L$
	PQ.	$+ L' \cos\delta_L$	o	$- L' \cos\delta_L$	o
	PL.	o	$+ L' \cos\delta_L$	o	$- L' \cos\delta_L$
	DQ.	$- L' \cos\delta_L$	o	$- L' \cos\delta_L$	o
			γ'.		
Solaire		$+ S' \sin(\lambda - \delta_S)$	$- S' \cos\lambda \sin\delta_S$	$- S' \sin(\lambda + \delta_S)$	$- S' \cos\lambda \sin\delta_S$
Lunaire à	NL.	$+ L' \sin(\lambda - \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_S$	$- L' \sin(\lambda - \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$
	PQ.	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \sin(\lambda - \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$- L' \sin(\lambda + \delta_L)$
	PL.	$- L' \sin(\lambda + \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \sin(\lambda - \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$
	DQ.	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$- L' \sin(\lambda + \delta_L)$	$- L' \cos\lambda \sin\delta_L$	$+ L' \sin(\lambda - \delta_L)$

» En ce qui concerne la Lune, chacun de ces trois Tableaux, lus dans le sens des lignes et dans le sens perpendiculaire, répond à deux chaînes de sinusoïdes similaires (1) (arc α). Pour Σ, la ligne des abscisses de la sinusoïde est à la hauteur $L' \sin\lambda \sin\delta_L$ et l'écart extrême est $\pm L' \cos\lambda \cos\delta_L$. Pour γ, la ligne des abscisses est à o et l'écart est $\pm L' \cos\delta_L$. Pour γ', la ligne des abscisses est à $- L' \cos\lambda \sin\delta_L$ et l'écart $\pm L' \sin\lambda \cos\delta_L$.

» Σ donne la diminution de pression barométrique, puisque la pression suit l'isobare, qui est tangente, en l'instant, à la direction de la moyenne des déplacements horizontaux de l'air pris sur toute la hauteur de l'atmosphère.

» γ et γ' donnent l'accroissement des composantes du vent horizontal moyen. γ suit le parallèle jusqu'à ce qu'il soit dévié par une rotation pré-

(1) Uniformes sur chaque ligne, mais, d'une ligne à l'autre, changeant avec la déclinaison.

existante. γ' dévie immédiatement sur sa droite et contribue par lui-même aux rotations.

» J'ai, pour tous les jours de l'année 1883, noté le sens du mouvement barométrique sur les méridiens du Soleil aux deux phases voisines et sur les orthogonaux. Je constate, de part et d'autre de la phase, des mouvements inverses, qui durent généralement trois jours. Il me reste à les étudier.

» Je ne terminerai pas cette Note sans toucher à la question qui se présente dès qu'on s'occupe de l'attraction de la Lune. Les nombreux diagrammes, réels (1), joints au Travail que j'ai, l'an dernier, présenté à l'Académie, montrent que les effets provoqués dans l'atmosphère par cette attraction sont bien plus considérables que ne le ferait supposer la faiblesse des effets instantanés.

» Cela tient, je crois, à la rapidité des accroissements de l'accélération. Supposons une colonne d'air sur toute la hauteur de laquelle la pesanteur est équilibrée par les actions physiques. L'attraction solaire la soulèvera comme d'un bloc et l'air ambiant n'y pénétrera que par le dessous. La Lune la divisera, pour ainsi dire, en tranches minces dont la vitesse d'ascension croîtra avec la hauteur; l'air ambiant pénétrera dans tous les intervalles avec une vitesse rotative et ascensionnelle croissant également de bas en haut.

» Emportés vers l'ouest plus vite que ceux dus à la chaleur solaire, ces tourbillons embryonnaires sont arrêtés et agglomérés, plus particulièrement et de part et d'autre, aux approches du méridien que je désigne sous le nom de *méridien continental.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De l'influence des mouvements de la Lune sur les oscillations de l'atmosphère.* Note de M. **P. Garrigou-Lagrange**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Communication dont un résumé a été inséré aux *Comptes rendus* du 13 avril 1896, j'ai donné une première idée de l'influence des

(1) Je rappelle que ces diagrammes sont la simple représentation des Tableaux, également joints, groupant les observations barométriques simultanées, centralisées par le *Bulletin international du Signal Office*. Les groupements étant faits par déclinaisons, par jours lunaires, etc., les hauteurs des diagrammes comprennent, avec les résultats des actions instantanées et de la rotation, les cumulations afférentes à la révolution étudiée.

mouvements de la Lune sur la marche diurne du baromètre, d'après l'étude de l'année météorologique 1882-1883. Les résultats obtenus ayant paru, dès cette époque, de nature à jeter un jour nouveau sur cet important problème, je me suis, depuis lors, occupé à les confirmer par l'étude détaillée des mouvements diurnes de l'atmosphère, en divers points de l'hémisphère boréal, dans leurs rapports avec les positions du Soleil et de la Lune.

» Mes recherches ont porté sur les stations d'Upsal, de Paris, de Perpignan et du Pic-du-Midi. L'impossibilité de recourir à des moyennes générales et la nécessité de ne grouper ensemble que des stations présentant les mêmes caractères généraux, pour une même position des astres, rendent les calculs extrêmement longs et pénibles; mais cette méthode est la seule qui puisse mettre en évidence des mouvements qui ont échappé jusqu'à ce jour à toutes les recherches. Poursuivie, en effet, dans tous ses détails, l'étude des phénomènes, en chacune des stations choisies, montre que la marche diurne du baromètre, due à l'action du Soleil, est compliquée d'oscillations qui dépendent manifestement de l'angle horaire de la Lune.

» Soit x cet angle; l'onde lunaire est une onde diurne de la forme

$$h = a\cos(x - \varphi).$$

» L'amplitude a et la phase φ varient avec les positions du Soleil et de la Lune, de telle façon que l'onde disparaît à peu près complètement dans les moyennes générales, tandis qu'elle prend une grande importance si on la considère dans une situation donnée des astres.

» Les résultats sont surtout nets au nord de l'hémisphère, parce que les mouvements solaires y sont faibles et peuvent être plus aisément éliminés. Voici, par exemple, en centièmes de millimètre, les valeurs que prennent, à Upsal et en hiver, par baromètre haut ou bas, les composantes $a\cos\varphi$ et $a\sin\varphi$ de l'onde diurne lunaire :

Onde diurne lunaire à Upsal, en hiver,

$$h = a\cos(x - \varphi).$$

Position de la Lune.			$a\cos\varphi$ par baromètre		$a\sin\varphi$ par baromètre	
Longitude.	Phase.	Passage au méridien.	bas.	haut.	bas.	haut.
0						
90	P L	Minuit	+ 90	— 16	+ 27	— 31
180	D Q	6h m.	— 68	+ 15	— 7	+ 17
270	N L	Midi	+ 48	— 11	+ 29	— 18
0	P Q	6h s.	— 70	+ 12	— 50	+ 21

» Les résultats se présentent sous une forme identique en toute saison à Upsal, ainsi que dans les autres stations étudiées.

» Interprétée analytiquement, l'onde diurne lunaire se décompose, en fonction de la longitude de l'astre, en trois ondes principales qui sont précisément de la forme de celles qu'on déduit des équations de la théorie des marées, lorsque l'on développe le terme diurne de ces équations d'après les méthodes de l'analyse harmonique.

» *Conclusions*. — 1° L'influence des mouvements de la Lune sur les oscillations de l'atmosphère ressort avec évidence, tant des premières études sur l'année 1882-1883 que des travaux poursuivis depuis en diverses stations de l'hémisphère boréal. Cette influence se manifeste, dans la marche diurne des éléments météorologiques, par des ondes d'amplitude et de situation différentes aux diverses phases des révolutions du Soleil et de la Lune.

» 2° Les ondes lunaires sont à peu près exclusivement diurnes. Leur amplitude est considérable et notablement supérieure, au nord de l'hémisphère, à l'amplitude de l'onde diurne solaire.

» 3° La situation de l'onde diurne lunaire varie, d'une part avec la variation de la Lune dans l'orbite, d'autre part avec la situation générale de l'atmosphère. Il en résulte que l'action lunaire ne peut être mise en évidence que par une étude très détaillée, dans laquelle on aura pris soin de classer séparément les situations différentes et de ne grouper ensemble que celles qui présentent les mêmes caractères généraux pour une même longitude de l'astre.

» 4° En tenant compte de cette double cause de variation, l'expression analytique des ondes lunaires rentre dans les lois générales de l'attraction et notamment dans la théorie des marées, communément reçue depuis Laplace, à la condition de rétablir dans les formules et d'y considérer à peu près exclusivement le terme diurne, qui est, au contraire, d'une importance très faible dans les mouvements de la mer, au moins dans les mers européennes.

» 5° De cette prédominance d'ondes diurnes atmosphériques dans les mêmes régions du globe où les oscillations de la mer sont, au contraire, semi-diurnes, on doit conclure, d'une part, qu'il n'y a pas d'influence réciproque entre les mouvements de ces fluides; d'autre part, qu'on ne les peut comparer entre eux qu'en attribuant aux oscillations de l'atmosphère la forme de celles qu'on trouverait en une mer où la marée diurne serait prédominante.

» 6° Enfin les résultats obtenus rendent raison de l'insuffisance des efforts que les physiciens et les géomètres ont tentés jusqu'à ce jour en cette voie, les premiers ayant eu recours à des moyennes générales, qui ont superposé des ondes de situation contraire, les seconds s'étant laissé guider par l'idée préconçue d'une fausse assimilation entre les oscillations de la mer et celles de l'atmosphère, qui sont, au contraire, très opposées et qui dépendent chacune d'un terme différent des équations générales de la théorie des marées. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 avril 1898.

Ministère des Travaux publics. Étude des moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux. Compte rendu d'une mission, par M. Maurice Lévy, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, etc., et M. G. Pavie, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Première Partie. *Halage funiculaire.* Tome premier. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Maurice Lévy.)

Les actualités chimiques. Revue des progrès de la Chimie pure et appliquée, publiée sous la direction de M. Charles Friedel, de l'Institut. Rédacteur: George-F. Jaubert, Docteur ès Sciences. Tome III. N° 3. 30 mars 1898. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXII. Mars 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Leçons de Physiologie générale et comparée, par Raphael Dubois, Professeur à l'Université de Lyon. Paris, Georges Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, fondée sous la direction scientifique de P. Schützenberger. 10 avril. N° 6. Paris. 1 fasc. in-8°.

Électricité médicale. Courants statiques et de haute fréquence. Rayons X. Outillage électrothérapique (Communications faites au Congrès de Neurologie et Électricité médicale de Bruxelles, septembre 1897), par le Dr Foveau de Courmelles, lauréat de l'Académie de Médecine, etc. Paris, Maloine, 1898; 1 broch. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, L. Vallin, Secrétaire annuel. N° 15. Séance du 12 avril 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen. 1er et 2e semestre 1896. Rouen, Julien Lecerf, 1897; 1 vol. in-8°.

Uitmeting van den sterrentsoop G. C. 4410, door Albert-Antoine Nijland. Utrecht, 1897; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

ERRATA.

(Séance du 12 avril 1898.)

Note de M. *de Jonquières*, Addition à une précédente Communication, etc.

Page 1079, ligne 9, colonne δ, *au lieu de* $+ 3ma2$, *lisez* $+ 3ma^2$.
Page 1079, ligne 10, colonne α, *au lieu de* $+ 2a - 1$, *lisez* $+ 2a + 1$.
Page 1081, ligne 5, *supprimez t* et *u*.

N° 16.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 18 avril 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. Hatt. Expression des coefficients de la marée au moyen d'une somme de termes périodiques..... 1111

M. Émile Picard. — Sur la réduction des intégrales doubles de fonctions algébriques..... 1116

M. E. Grimaux. — Sur quelques dérivés de la tétraméthyl-diamidobenzophénone.... 1117

M. A. Chauveaú. — Le sucre et la graisse, au point de vue de leur valeur nutritive respective, chez le sujet constamment tenu au repos. Cette valeur est la même que chez le sujet qui travaille..... 1118

M. Maurice Lévy fait hommage à l'Académie de la première Partie de son « Étude sur les moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux », rédigée en collaboration avec M. *Pavie*..... 1125

NOMINATIONS.

Commission chargée de juger le concours du prix Wilde de 1898 : MM. *Sarrau, J. Bertrand, Berthelot, Mascart, Michel Lévy*..... 1125

Commission chargée de juger le concours du prix Vaillant de 1898 : MM. *Fouqué, Marcel Bertrand, Michel Lévy, Hautefeuille, de Lapparent*..... 1125

Commission chargée de juger le concours du prix Desmazières de 1898 : MM. *Van Tieghem, Bornet, Chatin, Guignard, Bonnier*..... 1125

Commission chargée de juger le concours du prix Montagne de 1898 : MM. *Van Tieghem, Bornet, Chatin, Guignard, Bonnier*..... 1125

Commission chargée de juger le concours du prix La Fons-Melicocq de 1898 : MM. *Chatin, Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier*..... 1125

Commission chargée de juger le concours du prix Thore de 1898 : MM. *Van Tieghem, Bornet, Blanchard, Perrier, Guignard*..... 1125

Commission chargée de juger le concours du prix Savigny de 1898 : MM. *Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Perrier, Grandidier*..... 1125

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) de 1898 : MM. *Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Chauveau, Brouardel, Lannelongue, d'Arsonval, Duclaux*..... 1125

Commission chargée de juger le concours du prix Bréant de 1898 : MM. *Marey, Bouchard, Guyon, Potain, d'Arsonval, Lannelongue*..... 1125

Commission chargée de juger le concours du prix Godard de 1898 : MM. *Guyon, Bouchard, Potain, Lannelongue, d'Arsonval*..... 1126

MÉMOIRES PRÉSENTES.

M. Jund adresse une Note relative aux procédés à employer pour perfectionner la reproduction des couleurs, en Photographie..... 1126

CORRESPONDANCE.

P. S. Kruger. — Sur l'ellipsoïde de Jacobi. 1126

M. E. Jahnke. — Sur le mouvement d'un corps grave de révolution suspendu par un point de son axe..... 1126

MM. Eugène et François Cosserat. — Sur les fonctions potentielles de la théorie de l'élasticité..... 1129

M. Dussaud. — Sur le transport des variations lumineuses au moyen d'un fil conducteur de l'élcetricité..... 1132

MM. H. Couriot et J. Meunier. Sur l'influence de la self-induction dans l'explosion des mélanges de grisou et d'air par l'étincelle électrique..... 1134

M. Albert Colson. — Influence de la température sur les réactions chimiques..... 1136

M. Jarry. — Sur les bromures d'argent ammoniacaux..... 1138

M. J. Cavalier. — Sur les monoéthers phosphoriques..... 1141

N° 16.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

M. Pouget. — Sur les sulfoantimonites alcalins 1141

M. G. Denigès. — Réaction générale des carbures éthéniques. Combinaisons mercuriques correspondantes 1145

M. Amand Valeur. — Chaleurs de formation de quelques quinones à poids moléculaire élevé 1148

M. G. Belugou. — Chaleurs de neutralisation de l'acide éthylphosphorique 1151

M. F.-E. Blaise. — Nouvelle synthèse de l'acide diméthyl-3.3-pentanedioïque-1.5.. 1153

M. A. de Gramont. — Analyse spectrale des composés non conducteurs, par les sels fondus 1155

M. E. de Cyon. — Sur les fonctions de l'hypophyse cérébrale 1157

MM. Sabrazès et Brengues. — Production de godets faviques par l'inoculation à l'homme et à la souris d'un Tricophyton pyogène 1160

Pages.

M. F.-J. Bosc. — Les parasites du cancer et du sarcome (coloration, structure, cycles de reproduction, dimorphisme évolutif). 1161

M. Joannes Chatin. — Contribution à l'étude de la division cellulaire directe ou amitotique; ses anomalies, sa valeur fonctionnelle 1163

M. Louis Roule. — Sur les Annélides recueillis par les expéditions du *Travailleur* et du *Talisman* 1166

M. Charles Janet. — Sur une cavité du tégument servant, chez les *Myrmicinæ*, à étaler, au contact de l'air, un produit de sécrétion 1168

M. A. Poincaré. — Variation, aux quatre phases, de la pression et des deux composantes du vent moyen sur le méridien du Soleil et son orthogonal 1171

M. P. Garrigou-Lagrange. — De l'influence des mouvements de la Lune sur les oscillations de l'atmosphère 1173

Bulletin bibliographique 1176

Errata 1177

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars

1898

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 17 (25 Avril 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative rend un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* et sur l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de vouloir bien déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 25 AVRIL 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Demontzey*, Correspondant de la Section d'Économie rurale, décédé à Aix le 20 février 1898.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence de la voie et du mode d'introduction sur le développement des effets immunisants du sérum antidiphtérique*. Note de M. S. ARLOING.

« On sait que l'introduction de la toxine diphtérique sous la peau d'un animal dépourvu d'immunité détermine des effets locaux et généraux. Les premiers, d'abord purement inflammatoires, sont brusquement inter-

rompus dans leur évolution par la mort du sujet. Les uns et les autres passent presque inaperçus si le sujet est doué d'une forte immunité; il en est de même si l'on introduit sous la peau un mélange à proportions convenables de toxine et de sérum antidiphtérique. Hors des conditions précitées, c'est-à-dire quand le sujet présente non pas une résistance absolue, mais seulement une résistance plus ou moins grande à la toxine, ou bien lorsque cette dernière n'a pas été associée à une quantité suffisante de sérum, les effets locaux continuent leur évolution tandis que les effets généraux s'évanouissent : à l'œdème chaud et diffus du début, accompagné de lymphangite, succède un œdème dur, limité par des bords saillants sur les parties voisines, au centre duquel apparaît une aire nécrosée qui se détache peu à peu naturellement ou sous l'action de la langue ou des dents de l'animal, laissant à sa place une plaie ulcéreuse plus ou moins profonde.

» On dirait que la toxine possède deux propriétés distinctes, séparées et analysées en quelque sorte par le sérum antidiphtérique : une propriété toxique et une nécrosante. En réalité, le sérum ne les analyse pas, puisque, à dose convenable, il les supprime tout à fait. L'évolution du pouvoir nécrosant *in loco* est donc purement et simplement l'indice d'une immunisation imparfaite.

» Or, à dose égale, le sérum antidiphtérique atténue plus ou moins les effets locaux suivant la voie choisie ou le mode adopté pour l'introduire dans l'organisme.

» Les expériences qui m'ont permis de faire cette constatation peuvent être poursuivies sur le cobaye et sur le lapin; mais c'est sur le chien qu'elles donnent les résultats les plus nets.

» La toxine employée tuait le cobaye en deux jours à la dose de 5 gouttes. Le sérum opposé à la toxine était tantôt un sérum récent immunisant 50000 fois son poids, tantôt un sérum datant de deux ans qui, à l'origine, immunisait aussi 50000 fois son poids.

» Prenons donc quatre sujets de l'espèce canine et, après les avoir pesés, injectons à chacun d'eux, à la face interne de la cuisse gauche, $0^{cc},5$ de toxine par kilogramme de poids vif. Le n° 1 sera pris comme témoin. Aux n^{os} 2, 3 et 4, on fera immédiatement une injection de sérum, à raison de 1^{cc} par kilogramme; sur le n° 2, le sérum sera poussé dans la veine jugulaire; sur le n° 3, dans le péritoine; sur le n° 4, dans le tissu conjonctif sous-cutané de la cuisse droite.

» Prenons enfin un cinquième chien et injectons, dans le tissu conjonctif

sous-cutané de la cuisse gauche, un mélange fait *in vitro* de toxine et de sérum, à raison de $0^{cc},5$ de la première et 1^{cc} du second par kilogramme de poids vif.

» Des différences ne tardent pas à se manifester dans les suites de ces injections.

» Le lendemain, le sujet témoin présente une forte hyperthermie tandis que les autres chiens accusent une légère élévation de la température. Tous sont tristes à des degrés divers, sauf le chien ayant reçu le sérum dans la jugulaire dont la gaîté et l'entrain ne laissent rien à désirer. Le chien témoin marche à trois jambes, les n^{os} 3, 4 et 5 boitent très légèrement.

» La cuisse inoculée avec la toxine est chaude, douloureuse, tuméfiée chez le témoin; elle est le siège d'un œdème notable chez le chien qui a reçu le sérum dans un autre point du tissu conjonctif, peu marqué chez les chiens n^{os} 4 et 5, nul sur le chien qui a reçu le sérum dans le sang.

» Au point où le sérum a été introduit dans le tissu conjonctif, la réaction est insignifiante.

» Le surlendemain, pendant que l'état général du témoin s'aggrave, celui des autres chiens est plus satisfaisant que la veille. Quant aux troubles locaux, ils s'accentuent sur le témoin, disparaissent sur les n^{os} 2, 3 et 5, et prennent des caractères particuliers sur le n° 4. Sur cet animal qui, nous le répétons, *a reçu la toxine et le sérum dans des points différents du tissu conjonctif*, la tuméfaction causée par la première de ces substances s'élargit, augmente de consistance, tend à se délimiter par des bords nets et perd une partie de la sensibilité douloureuse du premier jour.

» Le troisième jour, le témoin est mort. Localement, il présente un œdème rouge étendu jusqu'à l'extrémité du membre et infiltré dans l'épaisseur des muscles de la face interne de la cuisse, une violente congestion des ganglions lymphatiques inguinaux, et les lésions gastro-intestinales classiques. Les chiens 2, 3 et 5 sont guéris; leur température est normale; les minimes effets locaux ont disparu. Sur le chien n° 4, la tuméfaction du membre se circonscrit de plus en plus au point inoculé. A ce niveau, le derme est parsemé de suffusions sanguines; les poils tombent; l'animal éprouve probablement une sensation d'irritation ou de démangeaison qui l'invite à y porter la langue ou les dents. Des phénomènes de mortification s'établissent peu à peu et un beau jour on se trouve en présence d'une plaie circulaire, à bords nets, dont le fond offre une superbe teinte rosée. Cette plaie se cicatrise lentement. Au bout d'une quinzaine de jours, de trois semaines au plus, la guérison est complète.

» Tel est le type d'une expérience. Il se reproduira avec la même régularité sur le chien, parfois avec moins de netteté sur le lapin et le cobaye.

» En résumé, quand le sérum antidiphtérique est administré séparément, son action antitoxique complète est au maximum s'il est introduit dans le sang, au minimum s'il est introduit dans le tissu conjonctif. La voie péritonéale semble un peu moins favorable au développement de l'action antitoxique que la voie sanguine.

» L'introduction du sérum dans le sang équivaut au mélange préalable du sérum et de la toxine.

» Il paraît légitime de déduire des expériences précitées que le sérum antidiphtérique atteint plus facilement les effets généraux que les effets locaux de la toxine. Conséquemment, dans la lutte contre les effets locaux de certains produits microbiens, il n'est pas indifférent d'adopter telle ou telle voie pour faire pénétrer le sérum thérapeutique dans l'organisme. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1898.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Chatin, Guyon, Guignard, Lannelongue.

Prix Lallemand. — MM. Bouchard, Marey, Ranvier, Potain, Milne-Edwards.

Prix du baron Larrey. — MM. Guyon, Lannelongue, Bouchard, Potain, Marey.

Prix Bellion. — MM. Bouchard, Potain, Brouardel, Guyon, Lannelongue.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Potain, Guyon, Brouardel, Lannelongue.

Prix Montyon (*Physiologie expérimentale*). — MM. Marey, Bouchard, Chauveau, Duclaux, Potain.

Prix Philipeaux (*Physiologie expérimentale*). — MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Ranvier.

Prix Montyon (*Arts insalubres*). — MM. Armand Gautier, Troost, Schlœsing, Moissan, Friedel.

Prix Trémont. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Faye, Sarrau, Cornu.

Prix Gegner.— MM. J. Bertrand, Berthelot, Hermite, Darboux, Mascart.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *L. de Launay* sur « Les diamants du Cap ». (Présenté par M. Moissan.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les congruences rectilignes*. Note de M. C. Guichard, présentée par M. Darboux.

« J'ai montré (voir ma Note sur le problème de M. Bonnet) que toute congruence O, conjuguée à un réseau C, est formée par les normales de réseaux I (réseaux qui sont parallèles aux lignes de courbure d'une surface isothermique). Je vais établir qu'inversement les normales d'un réseau I forment une congruence K.

» Soit

$$\begin{vmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 \end{vmatrix}$$

le déterminant orthogonal qui correspond à un réseau I. On aura

$$\frac{\partial x}{\partial u} = A\beta, \qquad \frac{\partial \beta}{\partial u} = -A\alpha - M\gamma, \qquad \frac{\partial \gamma}{\partial u} = M\beta,$$

$$\frac{\partial x}{\partial v} = B\gamma, \qquad \frac{\partial \beta}{\partial v} = N\gamma, \qquad \frac{\partial \gamma}{\partial v} = -B\alpha - N\beta,$$

avec les relations

$$(1) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial A}{\partial v} = BM, & \dfrac{\partial M}{\partial v} + \dfrac{\partial N}{\partial u} + AB = 0, \\ \dfrac{\partial B}{\partial u} = AN. \end{cases}$$

» Si le réseau est I, on pourra, par un choix convenable des variables, poser

$$M = -\frac{\partial \varphi}{\partial v}, \qquad N = \frac{\partial \varphi}{\partial u}.$$

» Cela posé, considérons le déterminant orthogonal à cinq lignes

$$\begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \\ z_1 & z_2 & z_3 & z_4 & z_5 \\ \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 & \xi_4 & \xi_5 \\ \zeta_1 & \zeta_2 & \zeta_3 & \zeta_4 & \zeta_5 \end{vmatrix},$$

dans lequel on a

$$\frac{\partial x}{\partial u} = a\xi, \qquad \frac{\partial y}{\partial u} = e\xi, \qquad \frac{\partial z}{\partial u} = g\xi,$$

$$\frac{\partial x}{\partial v} = b\eta, \qquad \frac{\partial y}{\partial v} = f\eta, \qquad \frac{\partial z}{\partial v} = k\xi;$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial u} = -ax - ey - gz - m\eta, \qquad \frac{\partial \eta}{\partial u} = m\xi,$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial v} = n\eta, \qquad \frac{\partial \eta}{\partial v} = -bx - fy - kz - n\xi,$$

avec les relations

$$(2) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial a}{\partial v} = bm, & \dfrac{\partial e}{\partial v} = fm, & \dfrac{\partial g}{\partial v} = km, \\ \dfrac{\partial b}{\partial u} = an, & \dfrac{\partial f}{\partial u} = en, & \dfrac{\partial k}{\partial u} = gn, \\ ab + ef + gk + \dfrac{\partial m}{\partial v} + \dfrac{\partial n}{\partial u} = 0. \end{cases}$$

On voit que les relations (2) sont satisfaites si l'on pose

$$a = \mathrm{A}, \qquad e = p\cos\varphi, \qquad g = -p\sin\varphi,$$

$$b = \mathrm{B}, \qquad f = p\sin\varphi, \qquad k = \quad p\cos\varphi,$$

$$m = \mathrm{M} = -\frac{\partial\varphi}{\partial v},$$

$$n = \mathrm{N} = \quad \frac{\partial\varphi}{\partial u},$$

p étant une constante arbitraire.

» Cela posé, menons, par l'origine, la droite D qui a pour cosinus directeurs α_1, α_2, α_3 et dans l'espace à 5 dimensions la droite D′ qui a pour cosinus directeurs x_1, x_2, x_3, x_4, x_5. Faisons correspondre sur ces droites les points qui sont à la même distance de l'origine. Les points correspon-

dants $M(X_1, X_2, X_3)$, $M(Y_1, Y_2, \ldots, Y_5)$ ont pour coordonnées

$$X_i = \rho\alpha_i \qquad (i = 1, 2, 3),$$
$$Y_i = \rho x_i \qquad (i = 1, 2, 3, 4, 5).$$

Les formules précédentes montrent que l'on a bien

$$\Sigma\, dX^2 = \Sigma\, dY^2.$$

» La congruence point décrite par la droite D est donc applicable sur la congruence point décrite par la droite D'. Cette congruence (D) est donc une congruence K et cela d'une infinité de manières puisque p est arbitraire. Il en est de même évidemment de la congruence des normales à un réseau I, qui est parallèle à la congruence (D); donc :

» *Les normales d'un réseau* I *forment une congruence qui est d'une infinité de manières congruence* K.

» On en déduit le résultat suivant :

» *Tout réseau* I *est* C, 2C *ou* 3C. *En général un réseau* I *est* 3C *d'une infinité de manières.*

» Les réseaux C d'une telle congruence sont aussi 2C. Ils permettent donc de trouver de nouveaux réseaux I. C'est une transformation des surfaces isothermiques que j'ai déjà indiquée dans ma Note sur le problème de M. Bonnet.

» J'examinerai, dans de prochaines Notes, le cas où le réseau I est celui d'une surface minima ou celui d'une surface à courbure totale constante. Ces cas particuliers sont intéressants parce qu'ils touchent à la déformation des quadriques de révolution. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Appell.

« Considérons une équation différentielle du second ordre

$$y'' = R(y', y, x), \tag{1}$$

où R est une fraction *rationnelle* en y', y, dont les coefficients sont des fonctions *analytiques* de x. Le problème qui consiste à *former toutes les équations* (1) *dont les points critiques sont fixes* se heurte à une difficulté qui peut sembler, à bon droit, insurmontable : l'existence possible de singu-

larités essentielles mobiles. Les seules équations du second ordre (ou d'ordre supérieur) à points critiques fixes qu'on ait déterminées jusqu'ici (équations linéaires, etc.) sont des équations *intégrables* ou dont l'intégrale est une fonction des constantes *de forme connue*, forme qui met précisément en évidence la fixité des points critiques. Montrer qu'une équation du second ordre a ses points critiques fixes, sans rien savoir d'ailleurs de son intégrale, c'est là une question d'une nature toute nouvelle et qui échappe aux méthodes proposées jusqu'ici pour l'étude des équations différentielles.

» Je voudrais indiquer, dans cette Note, une méthode *qui m'a permis de former de telles équations différentielles* et qui me semble entraîner des progrès importants dans la détermination de *toutes* les équations (1) à points critiques fixes.

» Tout d'abord, l'intégrale $y(x)$ de (1) ne doit pas admettre de points critiques *algébriques*. Il s'ensuit (comme il est bien connu) que R est un polynome en y' du second degré au plus :

$$y'' = A(y, x)y'^2 + B(y, x)y' + C(y, x).$$

» *A priori*, y peut figurer à un degré quelconque dans A, B, C. J'établis d'abord que *y figure au sixième degré au plus*. D'une façon précise, un changement de variables $y = \varphi(Y, X)$, $x = \psi(X)$, — où φ est une fonction *algébrique* très simple de Y, telle que la nouvelle fonction $Y(X)$ ait encore ses points critiques fixes, — permet de ramener l'équation (1) à un des quatre types suivants, les P_j désignant des polynomes de degré j en y qui dépendent analytiquement de x :

$$(I) \qquad y'' = y'P_1 + P_3,$$

$$(II) \qquad yy'' = y'^2 + y'P_2 + P_4,$$

$$(III) \qquad (4y^3 - g_2y - g_3)y'' = y'^2\left(6y^2 - \frac{g_2}{2}\right) + y'P_4 + P_6 \quad (g_2, g_3 \text{ const. numériques}),$$

$$(IV) \qquad y(y-1)(y-x)y'' = \frac{y'^2}{2}[3y^2 - 2y(1+x) + x] + y'P_4 + P_6.$$

» Si au lieu de supposer R rationnel en y', y, on suppose R rationnel en y' et *algébrique* en y, il est loisible de mettre y'' sous la forme

$$(2) \qquad y'' = \rho(y', y, z, x),$$

où ρ est rationnel en y', y, z, et où z est lié à y par une relation algébrique (dépendant de x)

$$(3) \qquad S(y, z, x) = 0;$$

cela, de telle façon que z soit rationnel en y, y', y'' (pour x quelconque). J'établis que (pour x arbitrairement choisi) la courbe $S(y, z) = 0$ *est de genre zéro ou* 1 ; *si elle est de genre zéro,* l'équation se ramène algébriquement à un des types (I), (II), (III), (IV) (qui doit avoir ses points critiques fixes). *Si elle est de genre* 1, l'équation se ramène algébriquement à l'un des deux types

$$(V)\qquad \begin{cases} y'' = y'^2\left[\dfrac{6y^2 - \frac{g_2}{2}}{R} + \dfrac{2\omega}{\sqrt{R}}\right] \\ \qquad + y'\left[a(x) + \dfrac{a_2(x)y^2 + a_1(x)y + a_0(x)}{\sqrt{R}}\right] \\ \qquad + b_2(x)y^2 + b_1(x)y + b_0(x) + b(x)\sqrt{R}, \end{cases}$$

avec

$$R = 4y^3 - g_2 y - g_3 \qquad (g_2, g_3 \text{ constantes numériques});$$

$$(VI)\qquad \begin{cases} y'' = y'^2\left[\dfrac{3y^2 - 2y(1+x) + x}{2R} + \dfrac{2\omega(x)}{\sqrt{R}}\right] \\ \qquad + y'\left[a - \dfrac{1}{y-x} + \dfrac{a_2y^2 + a_1y + a_0}{\sqrt{R}}\right] \\ \qquad + \left[b_2y^2 + b_1y + b_0 + \dfrac{1}{2(y-x)} + \dfrac{(c_1y + c_0)}{y-x}\sqrt{R}\right], \end{cases}$$

avec

$$R = y(y-1)(y-x),$$

les a, b, c désignant des fonctions de x liées par la relation

$$2\omega + a_0 + a_1x + a_2x^2 + x(x-1)(c_1x + c_0) \equiv 0;$$

dans (V) et (VI), 2ω est une période quelconque de la différentielle $\frac{dy}{\sqrt{R}}$, période qui peut être nulle.

» En définitive, *toute équation* (1), *à points critiques fixes, où* R *est rationnel en* y' *et algébrique en* y, *se ramène algébriquement à un des types* (I), (II), ..., (VI), *type qui doit avoir ses points critiques fixes.*

» Les équations (I), ..., (VI), les plus générales, n'ont pas d'ailleurs leurs points critiques fixes. Pour qu'il en soit ainsi, de nouvelles conditions sont nécessaires, qu'on ne peut obtenir qu'en étudiant séparément chacun des six types précédents. J'ai pu élucider complètement l'étude du type (I) et *former explicitement toutes les équations* (I) *à points critiques fixes.* Je reviendrai ultérieurement sur ces équations, me bornant ici à les signaler comme le premier exemple d'équations à points critiques fixes dont on ne connaisse pas la forme de l'intégrale générale relativement aux constantes.

» La méthode peut s'étendre aux types (I), (III) et (IV) et, bien que je n'aie pas achevé cette discussion, je l'ai poussée assez loin pour en présumer les résultats : 1° *Toute équation* (1), ou R est rationnel en y', y, *si elle a ses points critiques fixes, ne saurait présenter de singularités essentielles mobiles;* 2° *les conditions pour qu'une équation* (1) *ait ses points critiques fixes sont algébriques.*

» Il en est tout autrement si R est rationnel en y' et algébrique en y. Les équations du type (V) ou (VI) (si ω n'est pas nul) présentent sûrement *des singularités essentielles mobiles,* et les conditions pour que les points critiques soient fixes *sont transcendantes.*

» Je me suis borné, pour plus de clarté, aux équations (1) où y'' est rationnel en y'; mais la méthode s'étend à une équation quelconque *algébrique en* y'', y', y. Soit

$$F(y'', y', y, x) = 0, \tag{4}$$

une équation du second ordre où F est un polynome en y'', y', y, de degré m en y''; je montre notamment que, *si l'équation a ses points critiques fixes,* F *est de la forme*

$$P^{(0)}_{4m} y''^m + y''^{m-1}\left[y'^2 P^{(1)}_{4m-1} + y' P^{(1)}_{4m} + P^{(1)}_{4m+2}\right] + \dots + \left[y'^{2m} P^{(m)}_{3m} + y'^{2m-1} P^{(m)}_{3m+1} + \dots + P^{(m)}_{6m}\right] = 0,$$

les P_j *désignant des polynomes en* y *de degré* j *au plus, qui dépendent de* x. Si l'équation (4) peut se mettre sous une forme entière en y', y'', dont les coefficients soient algébriques en y, l'irrationnelle $z(y, x)$, dont dépendent ces coefficients, vérifie (pour toute valeur de x) une relation $0 = S(z, y, \bar{x})$ *de genre zéro ou* 1. Plus généralement, si (pour toute valeur numérique $\bar{x}$ de x) les coordonnées u, z d'une courbe algébrique $T(u, z, \bar{x}) = 0$ s'expriment rationnellement en y'', y', y, *la courbe* $T = 0$ *est de genre zéro ou* 1. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes qui se présentent dans la généralisation des fonctions analytiques.* Note de M. **P. Medolaghi**, présentée par M. E. Picard.

« Les systèmes d'équations aux dérivées partielles, dont M. Picard a donné la loi de formation (*Comptes rendus*, 1891, et *Journal de Math.*, 1892) et qui généralisent les équations de la théorie des fonctions d'une variable

complexe, représentent, d'après M. Lie, des groupes continus qui peuvent être finis ou infinis.

» Ces groupes possèdent le sous-groupe des translations. En effet, si les équations

$$\varphi_1(a_{11}, \ldots, a_{nn}) = 0, \qquad \varphi_2 = 0, \qquad \ldots$$

représentent un sous-groupe contenant la substitution unité, de

$$x_i' = \sum_k a_{ik} x_k \qquad (i = 1, \ldots, n),$$

elles sont satisfaites par le système de valeurs

$$a_{ik} = 0 \quad (i \neq k), \qquad a_{ii} = 1.$$

Les équations de M. Picard, dont je conserve les notations, sont donc satisfaites par $P_i = x_i + c_i$. Inversement, si un groupe contient toutes les translations, il est un des groupes de M. Picard. Pour la démonstration j'observe que les équations de définition des transformations infinitésimales de chaque groupe continu ont la forme (*Engel. math. Ann.*, Bd. 27)

$$(1) \quad \sum_{i=1}^{n} \sum_{\nu_1+\ldots+\nu_n \leq s} \frac{\partial^{\nu_1+\ldots+\nu_n} \xi_i}{\partial x_1^{\nu_1} \ldots \partial x_n^{\nu_n}} \varkappa^k_{i,\nu_1,\ldots,\nu_n}(\varpi_1, \ldots, \varpi_m) = \sum_i \xi_i \frac{\partial \varpi_k}{\partial x_i} \quad (k = 1, \ldots, m),$$

et que les équations des transformations finies sont alors

$$(2) \qquad J_k\left[\varpi_1(y), \ldots, \varpi_m(y), \frac{\partial y_1}{\partial x_1}, \ldots\right] = \varpi_k(x) \qquad (k = 1, \ldots, m),$$

en désignant, pour abréger, par $\varpi(y)$ une fonction $\varpi(y_1, y_2, \ldots, y_n)$. Puisque les (1) sont satisfaites en posant pour $\xi_1, \ldots, \xi_n$ des constantes arbitraires, il faut que $\varpi_1, \ldots, \varpi_m$ soient aussi des constantes. Alors les équations (2) ne renferment plus que les dérivées; elles forment donc un système de Picard.

» D'après un théorème de Lie on peut dire que :

» *La condition nécessaire et suffisante pour qu'un groupe continu (transitif) soit semblable à un des groupes de M. Picard est qu'il contienne un sous-groupe transitif de transformations permutables.*

» Est-il maintenant possible d'étendre la méthode de Picard à tous les groupes continus? En poursuivant des idées de M. Engel j'ai donné (*Annali di Matematica*, 1897) le moyen de former les systèmes (2) les plus

généraux. Cette méthode se ramène à la méthode de Picard par le théorème suivant :

» *Soit un groupe transitif*

$$x'_i = f_i(x_1, \ldots, x_n; a_1, \ldots, a_n) \qquad (i = 1, \ldots, n); \tag{3}$$

en considérant tous les groupes

$$y_k = \varphi_k(y_1, \ldots, y_m; a_1, \ldots, a_n) \qquad (k = 1, \ldots, m)$$

isomorphes à (3), *et posant chaque fois*

$$c_k = \varphi_k(c_1, \ldots, c_m; a_1, \ldots, a_n)$$

($c_1, \ldots, c_m$ *constantes arbitraires*), *on obtient tous les systèmes de relations entre les paramètres* $a_1, \ldots, a_n$ *qui représentent des sous-groupes de* (3).

» Dans ses recherches, M. Picard suppose pourtant que le nombre des équations soit au moins égal au nombre des fonctions inconnues. On peut ôter cette restriction, en démontrant que *les systèmes qui ont moins d'équations que de fonctions inconnues se réduisent aux trois types suivants :*

$$\frac{\partial(P_1, \ldots, P_n)}{\partial(x_1, \ldots, x_n)} = 1, \tag{1}$$

$$\frac{\partial P_n}{\partial x_i} = 0 \qquad (i = 1, \ldots, n-1), \tag{2}$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial x_n} = 0 \qquad (i = 1, \ldots, n-1). \tag{3}$$

»

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la résistance des massifs épais.* Note de M. **Ribière**, présentée par M. Sarrau.

« Dans les cas simples envisagés par notre Note insérée au n° 5 des *Comptes rendus* de 1898 les efforts de flexion des pièces épaisses s'écartent considérablement de la loi dite *du trapèze* dès que la hauteur de la pièce dépasse le cinquième de sa longueur.

» Il semble dès lors qu'il faille abandonner l'emploi de cette loi, ou plutôt de cette hypothèse, dans le calcul de la résistance des massifs tels que barrages, murs, etc. pour lesquels on l'applique encore fréquemment.

» Mais par quoi la remplacer?

» Les remarques suivantes paraissent donner à cet égard, au moins pour certains cas, une indication importante.

» Reprenons la poutre définie dans la Note précitée. Soient

$$N_2 = \sum M \cos mx \qquad \text{et} \qquad N_2 = \sum N \cos mx$$

la charge de la face supérieure et l'ensemble des réactions des appuis sur la face inférieure qui font équilibre à cette charge. D'après les formules rappelées dans ladite Note, la dilatation θ a pour expression

$$\theta = \sum \cos mx \frac{m}{2}(a_2 e^{my} - b_2 e^{-my});$$

sa valeur pour la face supérieure $y = +h$ est

$$\theta = \frac{1}{2\mu} \sum \cos mx \frac{M(E_{4mh} - 2) - N\,4mh\,E_{2mh}}{E_{4mh} - 8m^2h^2 - 1}$$

dont la limite, très rapidement atteinte quand h croît, est

$$\theta = \frac{1}{2\mu} \sum M \cos mx.$$

» Il en est de même pour la face inférieure, de sorte qu'on a, pour $y = \pm h$,

$$\theta = \frac{N_2}{2\mu},$$

à une constante près.

» On sait que, d'une façon générale,

$$N_1 + N_2 = 2(\lambda + \mu)\theta = 4\mu\theta,$$

en supposant $\lambda = \mu$.

» Il en résulte que $N_1 = N_2$ à une constante près.

» On arrive à des résultats analogues en considérant, au lieu de poutres d'une largeur indéfinie, des plaques parallélépipédiques de dimensions horizontales $2a$, $2b$ et de hauteur $2c$. Soient, dans ce cas,

$$N_3 = \sum M \cos mx \cos ny \qquad \text{et} \qquad N_3 = \sum N \cos mx \cos ny$$

la charge de la face supérieure et l'ensemble des réactions sur la face inférieure. On trouve de la même façon que, si l'on fait croître la hauteur h, la dilatation θ tend rapidement vers la valeur de $\frac{N_3}{2\mu}$, à une constante près, tant pour la face supérieure que pour la face inférieure. On sait, d'autre part, que

$$N_1 + N_2 + N_3 = (3\lambda + 2\mu)\theta = \rho\mu\theta, \qquad \text{en supposant } \lambda = \mu.$$

Par suite $N_1 + N_2$ tend rapidement vers $1{,}5\,N_3$ pour $y = \pm h$, à une con-

stante près. D'ailleurs, on démontrerait facilement que N_1 et N_2 sont représentées par deux séries dont chaque terme s'obtient par la multiplication du terme correspondant de N_3, pour N_1 par $\frac{m^2+\frac{n^2}{2}}{m^2+n^2}$, pour N_2 par $\frac{\frac{m^2}{2}+n^2}{m^2+n^2}$.

» Les résultats ci-dessus sont indépendants de l'encastrement supposé des poutres ou plaques sur leurs appuis, lequel s'exprime en faisant, pour les poutres $m=\frac{i\pi}{a}$, et pour les plaques $m=\frac{i\pi}{a}$, $n=\frac{i\pi}{b}$, i étant égal aux nombres entiers successifs. Les conclusions seront les mêmes si l'on prend $m=\frac{(2i+1)\pi}{2a}$ et $n=\frac{(2i+1)\pi}{2b}$. Dans ce cas, l'effort tangentiel T, au lieu d'être nul, devient très important pour $x=\pm a$, $y=\pm b$. On peut aussi faire toute autre hypothèse sur la forme des valeurs de m et de n.

» Il est donc établi que, dans des catégories de cas très étendues, les efforts maximum de traction ou compression dans les massifs parallélépipédiques considérés, efforts qui s'exercent à la surface, deviennent indépendants de l'épaisseur des massifs dès que cette épaisseur est comparable aux autres dimensions, et qu'à partir de ce moment la répartition des efforts N_1 et N_2 se déduit simplement de celle des efforts N_3.

» A titre d'exemple, nous avons appliqué nos formules au cas de poutres encastrées d'une largeur indéfinie supportant soit une charge uniforme, soit une charge centrale. Les efforts élastiques aux divers points pour les hauteurs $\frac{a}{10}$, $\frac{a}{5}$, a sont représentés par des courbes que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. On y voit que, dans le cas de pièces épaisses, les efforts sont relativement faibles dans l'intérieur de la masse et n'atteignent de fortes intensités qu'à proximité des points où sont appliquées des charges ou des réactions énergiques. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouvel étalon lumineux* (1). Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. A. Cornu.

« L'introduction, dans la pratique, de sources lumineuses à haute température rend de plus en plus difficile les mesures photométriques avec les anciens étalons, dont la teinte est toujours rougeâtre.

(1) Travail fait à l'École de Physique et de Chimie industrielles.

» Diverses méthodes très ingénieuses tendent à parer à cet inconvénient en faisant les comparaisons en lumière à peu près monochromatique ; tels sont les procédés de MM. Crova, Macé de Lépinay et d'autres auteurs.

» On peut aussi rendre plus facile la photométrie hétérochrome par l'emploi d'étalons dont la température et, par conséquent, la teinte se rapprochent des sources lumineuses actuelles. C'est dans cet esprit que MM. Violle et Broca ont proposé des étalons à l'acétylène et à la naphtaline.

» En dehors de ces considérations, les conditions requises pour un étalon de lumière ont une grande simplicité permettant de reproduire aisément les conditions dans lesquelles doit fonctionner l'appareil, et aussi un dispositif permettant la détermination facile et exacte du combustible brûlé.

» Pour réaliser ces conditions, j'emploie l'acétylène brûlant à l'air libre, à l'extrémité d'un tube de thermomètre nettement coupé (¹). Le diamètre intérieur du tube a $0^{mm},5$ et l'expérience m'a montré que des écarts de 10 pour 100 ne produisent que des variations négligeables de l'intensité.

» Cette disposition du brûleur ne se prête pas facilement à la mesure du débit qui est très faible (1^{lit} à 6^{lit} à l'heure).

» Cette détermination exigeait des compteurs spéciaux d'une grande sensibilité; d'autre part, l'intensité lumineuse est, comme dans tous les appareils à flamme, bien loin d'être proportionnelle au débit. La courbe qui représente la marche du phénomène présente, en effet, un point d'inflexion, ainsi qu'on pourra le voir sur les résultats numériques que je donne plus loin.

» Il est au contraire très facile de déterminer avec exactitude la hauteur de la flamme qui ne varie d'ailleurs que très peu de diamètre avec le débit. C'est ce qui explique pourquoi la courbe représentative des intensités en fonction de la hauteur du jet gazeux est si tendue. On peut alors, au voisinage du point d'inflexion, la confondre avec une droite de la forme

$$i = kh - A.$$

» Pour déterminer commodément et avec exactitude la seule variable de l'appareil, je me suis servi d'une petite chambre noire fortement dia-

(¹) Dispositif déjà appliqué par M. Ducretet à une lampe ordinaire à acétylène.

phragmée qui donnait, sur le verre dépoli divisé en millimètres, l'image de la flamme en vraie grandeur. Cette disposition a déjà été recommandée pour les mesures photométriques où la bougie est employée comme étalon.

» Voici les résultats obtenus dans une série d'expériences où une seconde flamme d'acétylène était employée comme étalon.

Hauteur de la flamme.	Débit à l'heure.	Intensité observée.	Intensité calculée.	Erreur.
mm	lit			
5.....	1,15	0,056	0,000	+0,056
10.....	2,02	0,325	0,318	+0,007
15.....	2,80	0,670	0,669	+0,001
20.....	3,52	1,020	1,020	0,000
25.....	4,28	1,380	1,372	—0,008
30.....	5,00	1,660	1,724	—0,064
35.....	6,00	1,910	2,076	—0,166

» On peut donc admettre la proportionnalité de l'intensité avec la hauteur de la flamme entre 10^{mm} et 25^{mm}; cette qualité de l'appareil est précieuse, en permettant par une seule lecture de connaître immédiatement son intensité.

» Je n'ai pas encore fait de mesures précises afin de déterminer la valeur absolue de l'étalon; je me propose d'étudier, avant de faire cette détermination, l'influence perturbatrice que peuvent avoir les impuretés renfermées dans l'acétylène commercial : azote, ammoniaque, hydrogène sulfuré et phosphoré.

» En dehors de son emploi comme photomètre, l'appareil permettra d'évaluer rapidement la richesse d'un carbure commercial par la détermination du pouvoir éclairant du gaz qu'il fournit. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les forces électromotrices thermo-électriques dans le bismuth cristallisé*. Note de M. **Louis Perrot** (1), présentée par M. Friedel.

« La force électromotrice thermo-électrique dans le bismuth cristallisé varie, comme on le sait, suivant les directions.

» Elle est *maxima* quand le courant thermo-électrique traverse le bismuth perpendiculairement au clivage principal, et *minima* quand il le traverse dans le sens parallèle à ce clivage.

(1) Genève, laboratoire de l'Université.

» Le rapport des forces électromotrices dans ces deux directions et la valeur absolue de ces forces n'ont point été étudiés jusqu'ici avec assez de précision pour qu'on puisse les considérer comme connus avec quelque certitude. Matthiessen (1) est le seul, sauf erreur, qui ait déterminé par un petit nombre d'expériences les forces électromotrices axiales et équatoriales de couples bismuth-argent, et trouvé que le rapport de la force axiale à la force électromotrice équatoriale était de 1,43 en moyenne entre 29° et 45° environ.

» La difficulté d'obtenir de bonnes soudures entre un métal quelconque et le bismuth, sans altération de ce dernier, et la nécessité de pouvoir faire les mesures alternativement dans les deux directions principales sur un même cristal, obligent à substituer un simple *serrage* à des soudures adhérentes proprement dites. Pour parvenir à un bon serrage, permettant de réaliser un degré d'accolement constant malgré de fréquents retournements à angle droit des faces du bloc de bismuth entre deux lames d'un second métal, il faut disposer de surfaces de contact assez étendues. Or il est difficile d'avoir des blocs un peu volumineux qui soient parfaitement homogènes.

» Ayant fait cristalliser du bismuth pur par lent refroidissement dans un four Perrot, j'ai réussi à détacher du culot ainsi obtenu des fragments limités par de grandes surfaces de clivage très nettes. En taillant à la scie des parallélépipèdes, j'ai pu m'assurer que, dans toute leur masse, les feuillets de clivage conservaient une même direction. En effet, les éclats clivés qui se détachaient extérieurement au trait de scie montraient par leur régularité que les plans de clivage se prolongeaient dans l'intérieur des parallélépipèdes d'un bout à l'autre.

» L'un des parallélépipèdes (g) mesurait : $14^{mm},40$; $14^{mm},15$; 20^{mm}. L'autre (p) : $9^{mm},47$; $10^{mm},70$; $19^{mm},50$.

» Un système de serrage à vis, très simple, m'a permis de réaliser pratiquement une adhérence par pression parfaitement constante entre *cuivre* et *bismuth*. La

---

(1) Matthiessen, *Pogg. Ann.*, 1858, t. CIII; p. 412. — Dans les pages 424, 425 de ce Mémoire il y a une interversion d'ordre typographique qui jette de la confusion dans les grandeurs relatives axiales et équatoriales. Mais on voit bien par son Tableau résumé que pour Matthiessen, comme dans les expériences qualitatives de tous les autres auteurs, la force électromotrice suivant l'axe (force électromotrice ||) est la plus grande.

description du système et celle du mode de chauffage des soudures seront données dans un Mémoire ultérieur.

» La mesure des températures t et t' des soudures se faisait par compensation et réduction à o des forces électromotrices de quatre soudures auxiliaires cuivre-maillechort. Deux de ces soudures étaient logées exactement entre les cuivres, et le bismuth dans les deux plans de contact; deux autres, opposées respectivement à chacune des deux premières, plongeaient dans des vases d'eau dont on faisait varier la température jusqu'à réduction à o des déviations du galvanomètre. On pouvait ainsi connaître les températures des plans de contact.

» J'ai jusqu'ici mesuré les forces électromotrices *par rapport au cuivre* dans les deux parallélépipèdes p et g. *Le sens noté* $\parallel$ *est celui dans lequel le parallélépipède est orienté de façon que les surfaces de contact soient* $\parallel$ *au clivage principal* (*le courant traverse donc parallèlement à l'axe principal*). *Le sens noté* $\perp$ *est celui dans lequel les surfaces de contact sont des faces taillées* $\perp$ *au clivage.*

» Les forces électromotrices ont été mesurées par les deux méthodes suivantes qu'on pouvait substituer rapidement l'une à l'autre au moyen de commutateurs appropriés :

» 1° Par les *déviations* directement produites sur un galvanomètre très sensible, dont la résistance, quoique faible, était très grande par rapport à la résistance intérieure du couple;

» 2° Par l'emploi d'un *potentiomètre à curseur*. Ce dernier a donné des rapports, forces électromotrices $\frac{\parallel}{\perp}$, sensiblement égaux (à $\pm$ 0,015 près) à ceux trouvés par la première méthode. Il a permis la mesure des forces électromotrices en valeur absolue.

» Les mesures définitives ont porté sur divers intervalles de températures des soudures échelonnés entre 11° et 94°,6. Des courbes ont été construites avec les températures comme abscisses et les déviations comme ordonnées; chaque courbe était déterminée par au moins 6 points.

» Les résultats généraux ont été les suivants :

» 1° *La force électromotrice, pour un degré de différence entre les températures t et t' des soudures* (ce qui revient au pouvoir thermo-électrique), *va en augmentant avec la température entre* 10° *et* 100°.

» 2° *Cette augmentation est plus rapide pour les soudures* $\perp$ *que pour les soudures* $\parallel$; *il en résulte que le rapport des forces électromotrices* $\frac{\parallel}{\perp}$ *va en diminuant à mesure que* $(t + t')$ *augmente*. On a, d'après les courbes comme

rapport, l'une des soudures, t, étant à 11° et l'autre, t', successivement à

	t'.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.	100°.
Rapports	$p \frac{\parallel}{\perp}$	2,33	2,27	2,19	2,14	2,08	2,04	2,01	2,02	2,00
	$g \frac{\parallel}{\perp}$	2,43	2,33	2,27	2,20	2,14	2,11	2,06	2,03	2,00

» 3° Quant aux *valeurs absolues des forces électromotrices*, elles ont été un peu plus faibles dans g que dans p. Les forces électromotrices p étaient 1,05 fois plus fortes que les forces électromotrices g. La température inférieure t étant 11°, on a eu, dans p en volts :

Pour t'.	30°.	50°.	70°.	95°.
	volt	volt	volt	volt
Force électromotrice $\parallel$	0,00190	0,00396	0,00610	0,00899
Force électromotrice $\perp$	0,00084	0,00185	0,00299	0,00447

» Pour $t = 10°$ et $t' = 100°$, on aurait $p \parallel = 0^{volt},00965$ et $p \perp = 0^{volt},00481$.

» g étant plus volumineux avait plus de risques de renfermer des macles; des fentes y étaient visibles, ainsi qu'une petite cavité; p était plus près de l'homogénéité parfaite. D'autres petits prismes, tirés de parties manifestement moins régulières du même culot, ont donné des chiffres notablement inférieurs à g.

» Je ne pourrai poursuivre ces recherches que quand j'aurai en mains de nouvelles masses de bismuth homogène ou, de préférence, de quelque autre cristal à point de fusion plus élevé, dont l'étude thermo-électrique puisse se faire jusques et au delà du point de renversement.

» Il résulte déjà de cette première Note que la structure cristalline a sur les constantes thermo-électriques du bismuth une influence encore plus grande qu'on ne l'avait cru jusqu'ici. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la constitution de l'étincelle explosive dans un diélectrique liquide*. Note de M. **L. Décombe**, présentée par M. Lippmann.

« On sait depuis longtemps que l'étincelle qui éclate, dans l'air, entre deux conducteurs chargés à des potentiels égaux et de signes contraires ne présente pas le même aspect à ses deux extrémités.

» Ce fait paraît dû à la différence que présentent les particules arrachées aux électrodes lorsqu'on les étudie au microscope.

» M. Wachter (1) a montré, en effet, que les particules arrachées à l'électrode positive ont des dimensions parfaitement mesurables au microscope et peuvent devenir incandescentes, tandis que les particules négatives échappent à toute mesure *et ne deviennent jamais incandescentes;* elles paraissent entraînées par volatilisation.

» Il y aurait donc, à l'extrémité positive, un arrachement de particules solides incandescentes et, à l'extrémité négative, un dégagement de vapeurs métalliques obscures.

» Lorsque la décharge qui produit l'étincelle est oscillante, les électrodes changent de signe chaque fois que le courant se renverse; chacune des extrémités de l'étincelle est donc alternativement brillante et obscure; d'où la possibilité de la dissocier par la rotation rapide d'un miroir.

» Chacun des bords de l'image dilatée de l'étincelle présentera une série de points lumineux et obscurs, alternés d'un bord à l'autre, c'est-à-dire qu'à un point lumineux pris sur un bord correspondra sur l'autre un point obscur, et *vice versa*.

» Tous ces caractères sont bien ceux des épreuves obtenues et décrites par Feddersen (2).

» Les choses paraissent ne pas se passer ainsi dans le cas où la décharge a lieu à travers un diélectrique liquide.

» J'ai étudié, par le miroir tournant, l'étincelle d'un excitateur dont la décharge se faisait dans l'huile de vaseline. Ce qui frappe tout de suite dans les épreuves obtenues, c'est qu'il n'y a pas alternance d'un bord à l'autre de l'image dilatée comme si, au même instant, l'étincelle possédait le même éclat sur toute sa longueur.

» Il est probable que la volatilisation du métal à l'électrode négative est empêchée par la présence du liquide; il s'y produit, sans doute, alors, un arrachement de particules solides incandescentes, comme à l'électrode positive; l'étincelle serait alors entièrement constituée par des particules solides incandescentes dont l'éclat suivrait une loi périodique synchrone de celle de la décharge. »

---

(1) Fr. Wachter, *Wied. Ann.*, t. XVII, p. 903.

(2) Feddersen, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXIX, p. 178; 1863.

ÉLECTRICITÉ. — *Remarques sur les rayons cathodiques.* Note de M. **E. Goldstein.**

« Dans une série de Mémoires très intéressants, présentés à l'Académie des Sciences pendant l'année dernière, M. Deslandres (1) a publié quelques résultats de ses travaux concernant les rayons cathodiques.

» Parmi ces résultats, il y a un certain nombre de faits d'observation et de conclusions se trouvant déjà dans quelques Mémoires que j'ai publiés à partir de l'année 1880 sur mes travaux dans le même domaine de recherches. En me félicitant de la confirmation indépendante que mes propres travaux ont trouvée par les belles recherches de M. Deslandres, je crois pourtant être en droit de soumettre à l'Académie des Sciences la Communication suivante concernant une partie de mes publications antérieures sur les rayons cathodiques : c'est surtout un Mémoire publié par moi en 1880, sur une nouvelle forme de répulsion électrique (2), qui est resté inconnu à M. Deslandres. On y trouve, à côté des phénomènes de répulsion, aux pages 100-108, la description détaillée de l'attraction des rayons cathodiques par une anode, attraction que M. Deslandres croit avoir découverte le premier. Ensuite le résultat de M. Deslandres conçu dans ces termes : « L'action mutuelle des rayons et des cathodes se produit seule-» ment lorsque les rayons se pénètrent » (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 681) a été donné par moi-même en disant (p. 162 et suiv.) que la répulsion ne s'effectue pas à travers un corps solide, mais qu'il est nécessaire, pour la répulsion à subir par un rayon, qu'il coupe dans l'espace libre, c'est-à-dire sans écran intermédiaire, une des normales d'une surface émettant des rayons cathodiques. Dans l'introduction du même Mémoire, j'avais déjà montré que la direction des rayons cathodiques pour les surfaces employées dans mes expériences coïncide avec celle des normales de la cathode. De même, le phénomène mentionné par M. Deslandres (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 375), c'est-à-dire que « le rayon dévié par une capa-» cité s'étale dans le sens perpendiculaire à la déviation », a été l'objet d'une recherche détaillée dans mon Mémoire cité ci-dessus (p. 86-91).

---

(1) Deslandres, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678; t. CXXIV, p. 945; t. CXXV, p. 373; 1897.

(2) Goldstein, *Eine neue Form electrischer Abstossung*. Berlin, Springer, 1880.

» Qu'il me soit permis de mentionner encore quelques coïncidences d'idées entre M. Deslandres et moi. M. Deslandres admet que l'action répulsive des rayons cathodiques, phénomène découvert par moi, que j'avais appelé *déflexion* ou *répulsion déflectrice des rayons cathodiques*, « explique bien la force répulsive émanée du Soleil, que les auteurs ont » admise sans préciser sa nature » (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678). Or, j'ai déjà énoncé en 1893, dans le Rapport annuel de l'observatoire de Berlin, imprimé dans l'*Astronomische Vierteljahrschrift*, t. XXVIII, p. 159, une hypothèse pour l'explication des phénomènes cométaires qui :

» 1° Identifie les queues des comètes avec des faisceaux de rayons cathodiques secondaires (1), excités dans le noyau de la comète par des rayons cathodiques primaires émanés du Soleil;

» 2° Explique la répulsion des queues par la répulsion déflectrice cathodique sortant du Soleil-cathode.

» M. Deslandres veut expliquer (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678) par l'hypothèse des rayons cathodiques émis par le Soleil « la coïncidence » entre les orages magnétiques terrestres et le passage des fortes taches » près du méridien central du Soleil ». Tout à fait dans le même ordre d'idées, j'ai déjà écrit en 1881 (2) : « Je voudrais insister sur ce que certains » phénomènes de nature électrique et magnétique, qui (à cause des coïn-

---

(1) Les rayons secondaires excités par les rayons cathodiques primaires ne doivent pas être confondus avec les rayons Röntgen, comme on l'a fait récemment, en discutant un exposé de mon hypothèse qui a été publié dans le mois d'août dernier dans le *Reichsanzeiger* de Berlin. Les rayons cathodiques tombant sur un corps solide produisent, outre les rayons Röntgen, encore, d'après mes recherches antérieures, deux autres espèces de rayons, savoir :

1° Les rayons que j'ai décrits en 1881 (*Wied. Ann.*, t. XV, p. 246) et appelés *rayons cathodiques réfléchis diffusément*, rayons qui diffèrent des rayons Röntgen en plusieurs points, par exemple en cela qu'ils sont déviés par un aimant.

2° Les rayons que j'ai décrits dans un Mémoire inséré dans l'*Anzeiger* de l'Académie des Sciences de Vienne du 7 février 1884. Ce sont ces derniers rayons secondaires qui sont repoussés par la cathode primaire, après avoir parcouru un petit chemin dans la direction de cette cathode, et mes recherches ultérieures m'ont montré qu'en variant d'une manière convenable l'intensité de la cathode primaire on peut, par ces rayons secondaires, reproduire un nombre assez considérable de formes présentées par les queues des comètes. Un rapport détaillé donnera les dessins de ces formes artificielles et prouvera que ces rayonnements secondaires peuvent être produits aussi par des rayonnements primaires restant eux-mêmes invisibles.

(2) *Wied. Ann.*, t. XII, p. 266.

» cidences soit de leurs périodes, soit de leurs époques avec certaines varia-
» tions solaires) ont été mis en relation avec l'influence électrostatique ou
» magnétique du Soleil, s'expliquent peut-être plus convenablement par
» des courants électriques, qui traversent l'espace interplanétaire en éma-
» nant de la masse centrale. Les expériences, faites en éliminant de plus
» en plus le milieu pondérable, n'indiquent aucune limite de la propaga-
» tion de cette singulière forme d'énergie, que nous observons dans les
» rayons cathodiques. Or, il paraît admissible que le Soleil, outre les
» rayons optiques, émet aussi des rayons électriques dans un vaste es-
» pace. Même en plaçant l'anode tout près de la cathode, on observe
» que les rayons cathodiques, indépendamment de la position de l'anode,
» traversent l'espace en ligne droite sans limite observable. Donc, pour
» une telle communication électrique avec le Soleil, il ne serait pas indis-
» pensable que la Terre elle-même représentât une source ou un pôle de la
» décharge; mais il se pourrait très bien que des décharges, dont les pôles
» se trouveraient tous les deux sur le Soleil, produisissent des rayons ca-
» thodiques émanant du Soleil dans l'espace céleste. »

» Comme on peut l'entrevoir maintenant, les difficultés qu'on a rencontrées jusqu'à présent, en voulant expliquer les relations entre le Soleil et les phénomènes électriques et magnétiques terrestres par les effets d'induction électrostatique ou magnétique, disparaîtraient complètement en admettant pour ces explications l'hypothèse des radiations cathodiques solaires. Même si la charge électrique totale du Soleil restait constante ou diminuait, un effet puissant pourrait être produit sur la Terre dans le cas où celle-ci plongerait dans le faisceau cathodique d'un élément de la surface solaire, où il y aurait une augmentation tout à fait locale de rayonnement. Il faut, en outre, remarquer qu'un élément cathodique ne rayonne pas comme un élément simplement lumineux dans toutes les directions, mais dans un faisceau de rayons très peu divergents. Par conséquent, l'énergie provenant de l'élément rayonnant reste plus concentrée que dans le cas du rayonnement lumineux ordinaire. En même temps, selon cette manière de voir, on comprendrait mieux quelques anomalies apparentes dans les relations entre ces phénomènes solaires et les phénomènes terrestres. »

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude de la voix parlée des phonographes.* Note de M. **Marage**, présentée par M. Marey.

« I. *Timbre*. — Chaque voyelle a un timbre particulier dû à un certain nombre d'harmoniques : I, U, OU sont formées par un seul, A par trois.

» Le timbre des voyelles parlées par un phonographe est changé, parce qu'il y a des harmoniques nouveaux ; les uns, les plus nombreux et les plus variables, sont dus à l'embouchure devant laquelle on parle pour impressionner le cylindre, les autres sont dus à la lame vibrante.

» II. *Hauteur*. — Chaque voyelle est toujours accompagnée d'une note, sa vocable, qui varie dans des limites assez étroites ; si l'on accélère ou si l'on ralentit trop le mouvement de rotation, la note produite s'éloigne de la vocable, et la voyelle est modifiée ou transformée complètement.

» III. *Intensité*. — L'intensité varie très peu avec l'emploi des résonateurs à forme plus ou moins conique ; ces instruments doivent avoir une qualité négative, ne pas introduire de vibrations nouvelles.

» L'intensité du son augmente, dans une certaine limite, avec la surface de la lame vibrante ; elle semble être proportionnelle à la pression du style sur la lame et sur le cylindre impressionné, qui doit être assez résistant. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le traitement industriel de l'émeraude au four électrique*. Note de M. **P. Lebeau** (1), présentée par M. H. Moissan.

« Au début de nos recherches sur le glucinium, nous avons indiqué (2) deux traitements nouveaux de l'émeraude : l'un consistant en une modification de la méthode d'attaque des silicates par un mélange d'acide sulfurique et de fluorure de calcium ; l'autre nécessitant l'emploi du four électrique et reposant sur ce fait que l'émeraude fortement chauffée perd de la silice et donne un silicate basique facilement attaquable par les acides. Nous avons observé depuis que l'on peut arriver à une réduction totale de

(1) Travail fait au laboratoire des Hautes-Études de M. Moissan à l'École supérieure de Pharmacie.

(2) P. Lebeau, *Sur le traitement de l'émeraude et la préparation de la glucine pure* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 641).

l'émeraude au four électrique en prolongeant suffisamment la chauffe. Si l'on maintient ce minéral, placé dans un tube de charbon disposé dans le four électrique à tube de M. Moissan, pendant huit à dix minutes sous l'action calorifique d'un courant de 950 ampères sous 45 volts, la majeure partie de la silice distille et il reste dans la partie chauffée une masse fondue d'aspect métallique, constituée par un mélange de carbures d'aluminium et de glucinium, de siliciure de fer et de siliciure de carbone. Cette substance s'attaque par les acides étendus, en donnant une solution renfermant la glucine et l'alumine. En employant l'acide fluorhydrique, on obtient du premier coup une solution assez pure de fluorure de glucinium, l'aluminium restant à l'état de fluorure insoluble. Lorsque l'on additionne l'émeraude d'environ moitié de son poids de charbon, on arrive plus rapidement à une réduction totale; la silice s'élimine complètement, soit par volatilisation, soit par suite de la formation de siliciure de carbone, corps presque aussi inattaquable que le diamant. Ces conditions visiblement avantageuses nous ont conduit à tenter quelques expériences industrielles, portant sur 100^{kg} d'émeraude. Pour ces essais, M. Bullier a bien voulu mettre à notre disposition l'un de ses fours à carbure de calcium; nous l'en remercions vivement.

» 100^{kg} d'émeraude ont été pulvérisés et mélangés avec 50^{kg} de coke de bonne qualité. Le mélange, introduit dans un four à carbure de calcium, a été chauffé pendant une heure avec un courant de 1500 ampères. L'opération a dû être interrompue par suite d'un accident survenu à la machine dynamo-électrique actionnant le four. Le temps de chauffe ayant, d'ailleurs, paru suffisant, l'opération n'a pas été reprise. La substance formait deux couches : l'une supérieure était constituée par une masse fondue siliceuse, inattaquable par les acides, et présentant une composition variable suivant que l'échantillon analysé était prélevé à la partie externe ou dans la partie centrale de la masse. Nous n'avons dosé dans cette matière que la silice, l'alumine et la glucine. Voici les résultats obtenus :

	Partie externe.	Partie centrale.
Silice.....	58,21	53,82
Alumine.....	19,05	20,53
Glucine.....	12,43	13,92

» La couche inférieure, de plusieurs centimètres d'épaisseur, présentait nettement une cassure cristalline et avait à peu près la couleur et l'éclat du silicium cristallisé. La poussière cristalline obtenue par la pulvérisation

d'un fragment au mortier d'agate présentait dans les parties les plus ténues une certaine transparence, avec la coloration brune que l'on observe dans les lames minces de silicium graphitoïde. On observait, en outre, quelques débris de cristaux de siliciure de carbone.

» Nous avons fait l'analyse de ce produit et nous y avons recherché le silicium libre dont l'aspect même de la masse semblait indiquer l'existence en forte proportion.

» Nous avons isolé le silicium libre en traitant la substance pulvérisée par l'acide fluorhydrique puis par l'acide sulfurique. Le résidu lavé à l'eau était formé de silicium renfermant 1 pour 100 de siliciure de carbone.

» Certains échantillons renfermaient près de 80 pour 100 de silicium cristallisé.

» L'analyse d'un fragment fondu pris dans la masse a donné les résultats suivants :

	I.	II.
Silicium	64,1	64,5
Fer	16,1	15,9
Cuivre	1,1	1,3 (1)
Aluminium	15,4	15,7
Glucinium	2,3	1,9
	99,0	99,3

» Si cet essai nous a fourni quelques faits intéressants concernant l'action de la chaleur et du charbon sur un silicate naturel et nous a conduit à envisager la possibilité d'une préparation industrielle du silicium, nous n'avons en revanche rien obtenu de net concernant l'extraction de la glucine. Afin de nous placer dans les meilleures conditions possibles et d'obtenir plus facilement un bain liquide, nous avons substitué au charbon un réducteur plus énergique, le carbure de calcium. M. Moissan vient de démontrer qu'un très grand nombre de substances oxygénées et notamment les oxydes métalliques sont facilement réduits par ce composé (2).

» On a mélangé environ 50kg d'émeraude finement pulvérisée avec 50kg de carbure de calcium également en poudre grossière. Le tout a été placé dans un four à carbure et chauffé une heure et demie avec un courant de 1500 ampères. La masse refroidie retirée du four était, en apparence,

(1) Le cuivre provenait des électrodes.

(2) H. Moissan, *Nouvelle méthode pour la préparation des carbures par l'action du carbure de calcium sur les oxydes* (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 839).

assez homogène et bien fondue. Elle pesait $31^{kg},500$ et était accompagnée de $58^{kg},200$ de mélange encore pulvérulent n'ayant pas suffisamment subi l'action calorifique.

» La matière fondue présente une teinte gris verdâtre. Elle se délite lentement à l'air en donnant une poussière de même coloration dans laquelle on distingue facilement des cristaux de siliciure de carbone. Un fragment de cette même substance décompose l'eau un peu plus lentement que le carbure de calcium en donnant au début de l'acétylène pur. Après quelques jours, on constate dans le gaz dégagé la présence du méthane, provenant des carbures d'aluminium et de glucinium qui se sont formés au moment de la réduction. Quelques parties métalliques bien cristallisées sont disséminées dans la masse, elles sont formées par un siliciure double de fer et de cuivre.

» Après avoir essayé l'action des divers acides sur le produit brut résultant de l'action du carbure de calcium sur l'émeraude à haute température, nous avons choisi, de préférence, les procédés suivants :

» La matière concassée est abandonnée à l'air humide ; elle se délite et se pulvérise ainsi d'elle-même. Dans ce produit d'altération, le glucinium et l'aluminium sont sous forme d'oxydes hydratés ou de carbures non encore décomposés, c'est-à-dire facilement attaquables par les réactifs. Nous avons pu extraire une notable quantité de glucine par simple digestion de ce produit avec le carbonate d'ammonium en solution saturée, mais ce traitement exige un contact très prolongé. Nous avons préféré l'emploi de l'acide fluorhydrique ou de l'acide sulfurique qui permet d'extraire rapidement environ 90 à 95 pour 100 de la glucine contenue dans l'émeraude.

» Ces traitements exigent quelques précautions spéciales sur lesquelles nous ne pouvons insister ici ; nous renvoyons au Mémoire qui sera publié ultérieurement. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les quinonoximes.* Note de M. **Amand Valeur.**

« Les quinones peuvent fournir deux sortes d'oximes, les monoximes et les dioximes. Les premières s'obtiennent par deux voies bien différentes : par l'action du chlorhydrate d'hydroxylamine sur les quinones en solution alcoolique ou encore en faisant réagir l'acide azoteux sur les phénols; les quinonoximes sont, en effet, identiques aux nitrosophénols. Il m'a semblé qu'il y avait quelque intérêt à étudier ces composés : d'abord, parce que

aucune oxime n'a fait jusqu'ici l'objet de déterminations thermochimiques, et aussi parce que ces composés sont isomériques avec les dérivés nitrés des carbures aromatiques:

» J'étudie dans cette Note les monoximes de la quinone ordinaire, de la thymoquinone et des napthoquinones.

» *Quinonoxime* (*nitrosophénol*) $C^6H^4\begin{cases}O\\AzOH\end{cases}$ ou $C^6H^4\begin{cases}OH\\AzO\end{cases}$.

» Après plusieurs cristallisations dans l'eau bouillante, ce corps a été obtenu pur, fusible à 121° en se décomposant.

» La combustion de 1^{gr} a donné les nombres suivants :

$5809^{cal},7$, $5823^{cal},6$, $5817^{cal},7$; moyenne $= 5817^{cal},0$;

soit, pour une molécule $C^6H^5AzO^2 = 123$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.....	715,5
	à pression constante.....	715,4
Chaleur de formation à partir des éléments.....		+22,9

» *Thymoquinonoxime* (*nitrosothymol*)

CH^3, C^3H^7, C^6H^2, O, $AzOH$ ou CH^3, C^3H^7, C^6H^2, OH, AzO.

» Ce composé a été purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool bouillant. Il fondait à 167° en se décomposant.

» La combustion de 1^{gr} dégage :

$7459^{cal},2$, $7457^{cal},4$, $7446^{Cal},3$; moyenne $= 7454^{cal},3$.

Ces nombres, rapportés à la molécule $C^{10}H^{13}AzO^2 = 179$, donnent :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.....	1334,3
	à pression constante.....	1335,3
Chaleur de formation.....		+ 56,2

» *α-naphtoquinonoxime* (*α-nitroso-α-naphtol*) $C^{10}H^6\begin{cases}O\\AzOH\end{cases}$. — Cette oxime a été préparée en nitrosant à 0° l'α-naphol; il se forme ainsi deux dérivés nitrosés : l'α-nitroso-α-naphtol et le β-nitroso-α-naphtol qu'on sépare suivant la méthode indiquée par Ilinsky (*Ber.*, 17, 2590).

» Le composé ainsi obtenu, après cristallisation dans l'alcool, fondait à 184° en se décomposant. La combustion de 1^{gr} de substance donne :

$6746^{cal},5$, $6742^{cal},0$, $6738^{cal},1$; soit $6742^{cal},2$ en moyenne;

soit, pour une molécule $C^{10}H^7AzO^2 = 173$:

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.....	1166,4
	à pression constante.....	1166,5
Chaleur de formation		+ 18,0

» β-*naphtoquinonoxime* (β-*nitroso*-α-*naphtol*). — Ce composé a été purifié par dissolution dans la soude, reprécipitation par HCl et recristallisation dans l'alcool; il fond à 152° en se décomposant. Combustion rapportée à 1gr :

6762cal, 2, 6754cal, 3, 6770cal, 3; soit, en moyenne, 6762cal, 2;

soit, pour une molécule :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.....	1170,0
	à pression constante.....	1170,4
Chaleur de formation.....		+ 14,4

» β-*naphtoquinonoxime* (α-*nitroso*-β-*naphtol*). — Ce dérivé s'obtient facilement en nitrosant le β-naphtol; il a été purifié comme le précédent (point de fusion : 107°-108°).

» Sa combustion a donné :

6759cal, 4, 6763cal, 2, 6759cal, 6; soit, en moyenne, 6760cal, 7.

» Pour une molécule, on a :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.....	1169,6
	à pression constante.....	1169,7
Chaleur de formation		+ 14,8

» Les déterminations qui précèdent présentent un certain intérêt. Si l'on compare, en effet, les chaleurs de combustion de ces oximes avec celles des quinones correspondantes, on trouve une différence sensiblement constante et égale à 60Cal environ. Ainsi l'on a pour les chaleurs de combustion :

	Cal	
Quinone ordinaire.....	656,8	différence : 58,6
Quinonoxime	715,4	
Thymoquinone.....	1274,6	différence : 60,7
Thymoquinonoxime.....	1335,3	
α-naphtoquinone.....	1103,7	différence : 62,8
oxime.....	1166,5	
β-naphtoquinone.....	1110,3	différence : 59,4
α-oxime.....	1169,7	
β-naphtoquinone.....	1110,3	différence : 60,1
β-oxime.....	1170,4	

» Ces nombres sont suffisamment concordants pour qu'on puisse con-

clure que le remplacement d'un atome d'oxygène quinonique par le résidu bivalent AzOH élève la chaleur de combustion de 60^{Cal} environ.

» Si l'on se place maintenant au point de vue de l'isomérie de ces oximes avec les dérivés nitrés des carbures, on constate une différence très notable dans les chaleurs de combustion de ces isomères. En effet, le nitrobenzène et le nitronaphtalène ont pour chaleurs de combustion respectivement 733^{Cal}, 2 et 1191^{Cal}, 0, nombres beaucoup plus élevés (de 20^{Cal} environ) que ceux qui représentent les chaleurs de combustion des quinonoximes correspondantes. La chaleur de formation de celles-ci, à partir des éléments, est donc notablement supérieure à celle des dérivés nitrés isomériques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de dédoublement de l'ouabaïne par hydrolyse*. Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« Les acides étendus bouillants, chlorhydrique et sulfurique, hydrolysent complètement l'ouabaïne, mais avec une certaine lenteur; c'est ainsi qu'avec l'eau acidulée à 2 pour 100 de SO^4H^2 il faut encore chauffer pendant vingt-quatre heures pour que l'hydrolyse soit complète.

» Dès le début de l'expérience, le dédoublement se manifeste par le trouble du liquide qui devient laiteux et bientôt par le dépôt, qui augmente rapidement, d'une matière résineuse jaune foncé et fondue.

» J'ai déjà indiqué, dans une Note précédente (1), quelle était la nature des produits de l'hydrolyse de l'ouabaïne : d'une part, une matière résineuse insoluble et d'autre part un sucre réducteur, le rhamnose; mais, comme il a été émis des doutes sur la véritable nature de ce sucre dans un récent travail (2), je tiens à préciser mes déterminations et à donner quelques détails, notamment sur la résine, qu'une étude plus complète conduit à considérer comme un anhydride résineux plutôt que comme un produit de polymérisation.

» L'hydrolyse a été faite en général sur 20^{gr} d'ouabaïne hydratée cristallisée $C^{30}H^{46}O^{12}, 9H^2O$, dissoute dans douze fois son poids d'eau acidulée à 2 pour 100 de SO^4H^2, et le tout chauffé en vase scellé à 100° pendant quarante ou cinquante heures.

» Le liquide limpide, très peu coloré, séparé de la résine fondue, est neutralisé par la baryte. On effectue le dosage du sucre réducteur sur une

(1) Arnaud, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 346; 1898.

(2) Feist, *B. der d. ch. G.*, t. XXX, p. 534; 1898.

partie du liquide au moyen de la liqueur de Fehling, et, par comparaison, avec une solution type de rhamnose pur, en suivant les indications si précises de Soxhlet pour ces sortes de titrages. Les dosages ont toujours été très concordants, pourvu que le temps de chauffage ait été suffisant pour l'hydrolyse. On a trouvé de 21,10 à 21,80 pour 100 de rhamnose anhydre $C^6H^{12}O^5$ rapporté à l'ouabaïne hydratée (soit en moyenne 27,50 pour 100 de l'ouabaïne anhydre).

» La quantité de résine recueillie varie un peu suivant les expériences, d'abord parce qu'il est difficile de l'obtenir parfaitement sèche sans l'altérer par oxydation, et ensuite parce que environ 2 pour 100 de cette matière reste en dissolution dans le liquide d'hydrolyse et s'y maintient grâce à la baryte employée pour la neutralisation. Les quantités trouvées varient de 47,5 à 49 pour 100 de l'ouabaïne hydratée (soit en moyenne 60 à 61 pour 100 de l'ouabaïne anhydre).

» L'identification du sucre réducteur avec le rhamnose a été établie par les déterminations suivantes : la plus grande partie du liquide hydrolytique a été évaporée dans le vide à l'état d'extrait sec, dont le poids correspond à peu près à celui du rhamnose indiqué par le titrage. On a trouvé, en moyenne, 26,14 pour 100 (1); s'il n'y avait que du rhamnose, on aurait trouvé 23,94 pour 100, évalué en $C^6H^{12}O^5,H^2O$; l'excédent de poids provient de la résine plus ou moins oxydée et primitivement solubilisée par la baryte; de fait on trouve 0,6 pour 100 de Ba dans l'extrait sec.

» En reprenant par l'eau cet extrait sec, on obtient assez facilement la cristallisation de la presque totalité du rhamnose, les $\frac{8}{10}$ environ, souvent en cristaux volumineux et très nets. Les constantes cristallographiques en ont été obligeamment déterminées par M. Wyrouboff.

» Les cristaux sont clinorhombiques, quasi quadratiques; on a, en effet, les faces $p(001)$, $h^1(100)$, $m(110)$, $a^1(\bar{1}01)$ et $e^1(011)$ avec les angles $ph^1(001\,100)\,94°40'$, $mm(\bar{1}\,10\,1\,10)\,90°40'$, $e^1e^1(0\bar{1}\,10\,11)\,100°24'$, $a^1h^1(\bar{1}01\,\bar{1}00)\,127°$. Il y a deux clivages faciles h^1 et a^1.

» Le plan des axes optiques est parallèle au plan de symétrie, et la bissectrice aiguë négative fait, avec l'axe vertical, un angle d'environ 82° dans l'angle aigu γ, $2E = 96°24'$. Dispersion faible $\rho > v$.

» L'identification de la substance n'est donc pas douteuse, car ce sont bien là, à quelques minutes près, les constantes cristallographiques données par M. Vrba [*Sitzb. der Wien. Ac.*, 80 (I), p. 7] pour l'isodulcite (ou rhamnose hydraté). La forme des cristaux est, d'ailleurs, identiquement la même et présente les divers types signalés par M. Vrba. »

---

(1) Trouvé : 24,96; 26,65; 26,75; 26,20 pour 100.

» Les propriétés chimiques et les constantes physiques de ce rhamnose sont identiques à celles du rhamnose pur : point de fusion, 92°-93°; eau de cristallisation, 10,2 pour 100, éliminée à 100°; pouvoir rotatoire $(\alpha)D = +8°,75$ [$(\alpha)d = +1°3'$ pour $l = 0^m,20$; $p = 0,9$; $v = 15^{cc}$; $t = +17°$]. D'après Tollens, pour le rhamnose, $(\alpha)D = +8°,60$ à 17°. L'osazone possède l'apparence cristalline, le point de fusion et la solubilité dans l'acétone, de la rhamnosazone pure.

» La résine, qui constitue le principal produit de dédoublement de l'ouabaïne (¹), n'a pu être obtenue cristallisée; elle se dissout facilement, surtout à chaud, dans l'alcool concentré, dans l'alcool méthylique, dans l'éther et dans les lessives alcalines. Elle se déshydrate difficilement, et, pour l'obtenir anhydre, il faut la chauffer au-dessus de son point de fusion 130°-135° et à l'abri de l'air; car, à chaud, elle s'oxyde rapidement.

» Desséchée dans un courant de gaz CO^2 sec, à 135°, elle présente la composition élémentaire suivante :

	Trouvé en moyenne.	Calculé pour $C^{24}H^{28}O^4$.
Carbone	75,88	75,79
Hydrogène	7,36	7,37
Oxygène	16,76	16,84
	100,00	100,00

» La même résine, séchée à l'air à 135°, est un produit oxydé présentant la composition :

Carbone	71,50	71,82
Hydrogène	6,83	7,00
Oxygène	21,67	21,18
	100,00	100,00

» Le dédoublement de l'ouabaïne doit donc s'interpréter ainsi :

$$C^{30}H^{46}O^{12} + H^2O = C^6H^{12}O^5 + C^{24}H^{36}O^8.$$

» Mais le corps $C^{24}H^{36}O^8$ ne peut être obtenu sous un poids constant que complètement déshydraté avec une perte de 4 molécules d'eau :

$$C^{24}H^{36}O^8 - 4H^2O = C^{24}H^{28}O^4.$$

(¹) Il ne se produit, pendant l'hydrolyse, ni alcool, ni acide volatil, ainsi que cela a été constaté avec soin.

» Les proportions trouvées des différents corps de dédoublement s'accordent parfaitement avec l'équation ci-dessus :

	Trouvé.	Calculé.
Rhamnose anhydre.....	27,20	27,42
Résine anhydre.....	60 à 61	63,54

» A cette quantité de résine recueillie directement il faut ajouter environ 2 pour 100 de cette matière restée en dissolution et qui s'altère pendant les manipulations.

» L'hydrolyse effectuée à froid donne des produits résineux différents que nous étudierons ultérieurement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action chlorurante du chlorure ferrique dans la série aromatique*. Note de M. **V. Thomas** (1), présentée par M. Friedel.

« Beaucoup de chimistes se sont occupés de l'action exercée par le perchlorure de fer sur les composés aromatiques. De nombreuses synthèses, réalisées d'après la belle méthode de MM. Friedel et Crafts, ont été tentées en substituant au chlorure d'aluminium le composé correspondant du fer, et ces tentatives ont, pour la plupart, été couronnées de succès.

» Mais l'existence de deux séries de composés bien définis du fer (protosels et persels) communique à ce métal une allure particulière et permet à certains de ses composés, au chlorure par exemple, quelques réactions dont on ne saurait trouver d'analogie avec l'aluminium. Parmi ces réactions, une paraît tout à fait générale, qui cependant a passé inaperçue jusqu'à ce jour, c'est la facilité avec laquelle le chlorure ferrique abandonne une partie de son chlore lorsqu'on le met en présence des carbures aromatiques.

» La chloruration du benzène au moyen d'un courant de chlore, en présence d'une petite quantité de corps appropriés tels que iode et chlorures métalliques, a été l'objet de nombreux travaux, devenus aujourd'hui classiques. M. Page, en particulier, a consacré un long article à ce sujet dans les *Annales de Liebig* (2).

» D'expériences mentionnées dans ce Mémoire il semble ressortir nettement que le rôle du chlorure ferrique lors de la chloruration du benzène

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences.
(2) *A.*, t. 223, p. 200.

par un courant de chlore, est analogue au rôle joué dans des circonstances analogues par le chlorure d'aluminium.

» En chauffant en tube scellé du chlorure ferrique avec de la benzine, M. Page n'a pu, en effet, opérer la réduction du chlorure ferrique et a dû par suite, pour expliquer les phénomènes, rejeter l'hypothèse par laquelle on explique la chloruration du benzène en présence des chlorures d'antimoine, de molybdène, etc.

» Cette réduction du chlorure ferrique par le benzène ne saurait cependant être mise en doute. Elle commence dès la température ordinaire. Si, à froid, la mise en liberté d'acide chlorhydrique est très faible, la réduction est beaucoup plus rapide dès que l'on élève la température, et à 80°, à l'ébullition du benzène, la réaction est extrêmement énergique. En même temps que le benzène est attaqué, la masse charbonne abondamment. Si, lorsque tout dégagement gazeux a cessé, on épuise le résidu par le benzène bouillant et qu'on distille, on peut constater qu'il passe, entre 130° et 134°, un liquide incolore qui n'est autre que le monochlorobenzène.

» Là ne s'arrête pas l'action chlorurante du chlorure ferrique. En opérant sur le chlorure de phényle comme sur le benzène, on observe les mêmes phénomènes, et le résultat de l'opération est du dichlorobenzène. Toutefois, l'action du chlorure ferrique sur le chlorure de phényle ne donne pas naissance à un dépôt de charbon, ce qui améliore sensiblement les rendements. En prenant comme point de départ les benzènes plus ou moins chlorés (mono, di, tri, etc.), on peut obtenir toute la série des chlorobenzènes jusqu'à l'hexachlorure. Le Tableau suivant indiquera quels sont les composés que j'ai pu caractériser. D'autres, isomères, peuvent sans doute prendre naissance, mais ils se forment en quantité si petite que je ne suis pas arrivé à les séparer.

	Point de fusion		Point d'ébullition		Poids moléculaire	
	trouvé.	Théorie.	trouvé.	Théorie.	trouvé.	calculé.
C^6H^6	»	»	»	»	»	»
C^6H^5Cl	»	»	131°–133°	132°	110°	112°,5
$C^6H^4Cl^2$-1.4	sub. 53°	sub. 53°	172°	172	150	147
$C^6H^3Cl^3$-1.2.4	15°	13°–16°	212	213	185	181,5
$C^6H^2Cl^4$-1.2.4.5	138	138	246	246	210	216
C^6HCl^5	86	86	277	277	254	250,5
C^6Cl^6	226	226	326	326	280	285

» Un quelconque de ces composés peut s'obtenir par l'action du chlo-

rure ferrique sur un des chlorobenzènes situés au-dessus de lui dans la série. En général, il se forme non pas un seul composé, mais plusieurs. Ainsi le dichlorobenzène donne naissance à des benzènes tri et tétrachlorés, même lorsque le dichlorobenzène est en excès. Avec un excès de chlorure ferrique, il est bien évident qu'on peut obtenir jusqu'à l'hexachlorobenzène, quel que soit le point de départ.

» Un cas où ce procédé de chloruration paraît devoir donner des résultats intéressants est celui de l'attaque des dérivés bromés du benzène par le chlorure ferrique. Je veux ici seulement indiquer les résultats obtenus avec le bromure de phényle, me réservant de revenir sur ce sujet dans une prochaine Note.

» Si, sur du bromure de phényle, on fait réagir le chlorure de fer Fe^2Cl^6 en proportions convenables (poids égaux des deux corps) on observe, à température peu élevée, un dégagement très régulier d'acide chlorhydrique. La réaction terminée, en épuisant le résidu par du benzène bouillant et soumettant celui-ci à la distillation, on recueille, vers 195°, un produit liquide cristallisant par refroidissement et qui, purifié convenablement par des cristallisations dans l'éther, a donné comme grandeur moléculaire 189. Son point de fusion est 67°, son point d'ébullition 196°. Comme l'analyse a montré qu'il contenait un atome de brome pour un atome de chlore, ce composé correspond, par suite, à la formule C^6H^4ClBr et représente le dérivé para déjà signalé par Kriess et Körner. Il est vraisemblable que, en substituant au bromure de phényle d'autres dérivés bromés, on obtiendrait toute une série de chlorobromures, qui ne sont en général que peu ou pas connus.

» *Chloruration dans la série du toluène.* — Comme le benzène, comme la plupart des carbures que j'ai essayés, le toluène se chlore facilement par l'action du chlorure ferrique. On arrive, en opérant comme avec le benzène, à séparer par distillation un liquide bouillant entre 156°-161°, correspondant à la formule brute $C^6H^4\begin{cases}CH^3\\Cl\end{cases}$ et qui représente peut-être un mélange des trois isomères, ceux-ci offrant les points d'ébullition suivants :

$C^6H^4\begin{cases}CH^3_1\\Cl_2\end{cases}$	157°
$C^6H^4\begin{cases}CH^3_1\\Cl_2\end{cases}$	156
$C^6H^4\begin{cases}CH^3_1\\Cl_4\end{cases}$	160,5

» Celui-ci est susceptible de se chlorer à son tour pour donner naissance à des produits plus riches en chlore.

» Je veux seulement attirer ici l'attention sur ce fait, que la chloruration porte sur le noyau benzénique et non sur le groupe gras. Il ne se forme pas de chlorure de benzyle dans l'attaque du toluène, et, si l'on cherche, à l'aide du chlorure ferrique, à chlorer ce chlorure de benzyle, le chlorure métallique perd de suite son rôle chlorurant pour réagir à la façon du chlorure d'aluminium. Dès la température ordinaire, en effet, il se produit, en même temps qu'un dégagement violent d'acide chlorhydrique, une substance résineuse, plus ou moins noirâtre, analogue à la résine obtenue par M. Friedel dans la réaction du chlorure d'aluminium sur le chlorure C^6H^5, CH^2Cl et correspondant à la formule brute $(C^6H^5.CH^2)^x$. Elle s'en éloigne cependant par sa solubilité dans le benzène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les diéthers phosphoriques.* Note de M. **J. Cavalier** (1), présentée par M. Troost.

« J'ai étudié la nature de la fonction acide des diéthers de l'acide phosphorique PO^4R^2H; R désignant l'un des trois radicaux, méthyle, éthyle et allyle.

» J'ai indiqué précédemment (2) la préparation et l'action sur les réactifs colorés de l'acide diallylphosphorique $PO^4(C^3H^5)^2H$.

» L'acide diméthylphosphorique $PO^4(CH^3)^2H$ et l'acide diéthylphosphorique $PO^4(C^2H^5)^2H$ ont été obtenus en même temps que les acides monoalcooliques dans l'action de l'anhydride phosphorique sur l'alcool correspondant. Leur sel de baryum est très soluble et cristallise difficilement; on le transforme en sel de plomb, facile à purifier par cristallisation. Celui-ci, traité par H^2S, donne l'acide en solution qu'il faut éviter de chauffer.

» Les dissolutions de ces trois corps sont acides au méthylorange et, par suite, à la phtaléine. La neutralité est obtenue en même temps pour ces deux réactifs colorés par l'addition d'une molécule de soude ou de potasse.

» Les virages sont nets et permettent le titrage avec l'un quelconque des deux réactifs; on peut employer la baryte ou la soude.

---

(1) Travail fait à la Faculté des Sciences de Rennes.

(2) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 91; 1897.

» Vis-à-vis des réactifs colorés, les acides PO^4R^2H se comportent donc comme des acides forts. Il en est de même au point de vue calorimétrique.

» En employant les concentrations habituelles pour les acides et les bases, les chaleurs de neutralisation en solution sont les suivantes :

	$PO^4(CH^3)^2H$.	$PO^4(C^2H^5)^2H$.	$PO^4(C^3H^5)^2H$ (1).
	Cal	Cal	Cal
NaOH.....	15,58	16,35	15,12
KOH.....		16,57	
$\frac{1}{2}Ba(OH)^2$.....	15,91	16,76	15,58

» Ces nombres sont voisins de ceux donnés par l'addition de la première molécule de base à une molécule d'acide monoalcoolique PO^4RH^2; ils sont nettement supérieurs à ceux donnés par la deuxième molécule de base sur ce même acide.

» J'ai montré que, lorsqu'on passe de l'acide phosphorique PO^4H^3 à son monoéther PO^4RH^2, c'est l'acidité la plus faible qui disparaît.

» Les résultats précédents montrent qu'il en est encore ainsi lorsque l'on introduit dans la molécule un nouveau radical R, lorsque l'on passe de PO^4RH^2 à l'acide dialcoolique PO^4R^2H. La fonction acide qui persiste est comparable à la plus énergique des fonctions acides de l'acide monoalcoolique et de l'acide phosphorique.

» L'acide glycérophosphorique se comporte comme l'acide monoéthylphosphorique; il est très probable que l'acide diglycérophosphorique se comportera comme les trois diéthers précédents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les phosphoglycérates acides.* Note de MM. **Adrian** et **Trillat**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les phosphoglycérates acides, dont la constitution et les propriétés n'ont pas encore été étudiées, peuvent être préparés à l'état pur de deux manières :

» 1° En décomposant les sels neutres correspondants par l'acide sulfu-

(1) La concentration de l'acide diallylphosphorique était moitié de la concentration habituelle [soit $PO^4(C^3H^5)^2H = 4^{lit}$], ce qui a probablement pour effet de diminuer un peu les chaleurs de neutralisation.

rique en quantité théorique, en présence de l'hélianthine comme indicateur :

(1) $$PhO{-}O{-}OC^3H^5(OH)^2 \;(O)\;Ba + H^2SO^4 = PhO{-}OH \;(O)\;Ba\;(O)\;OC^3H^5(OH)^2(OH)^2C^3H^5O{-}OH{-}PhO + BaSO^4;$$

» 2° Par double décomposition entre le sel acide de baryum et un sulfate soluble :

(2) $$\left[PhO{-}OH \;(O)\;OC^3H^5(OH)^2\right]^2 Ba + SO^4Mg = \left[PhO{-}OH \;(O)\;OC^3H^5(OH)^2\right]^2 Mg + BaSO^4.$$

» Voici, à titre d'exemple, la description de la préparation des phosphoglycérates acides de baryum et de zinc.

» *Phosphoglycérate acide de baryum.* — On dissout 15^{gr} de sel neutre de baryum dans 1^{lit} d'eau froide et l'on ajoute quelques gouttes d'une solution d'hélianthine. On laisse couler dans le liquide, en ayant soin d'agiter, la quantité théorique d'acide sulfurique normal : la limite de la réaction est indiquée par le virage de l'indicateur. A ce moment, on ajoute une petite quantité d'alumine fraîchement précipitée et l'on chauffe cinq à dix minutes à l'ébullition pour agglomérer le sulfate de baryte. On filtre et l'on précipite le liquide clair refroidi par 4^{lit} d'alcool à 95°. On obtient une masse gélatineuse que l'on redissout dans une très petite quantité d'eau et qui est de nouveau précipitée par l'alcool. Le produit est finalement séché à 120°.

» *Phosphoglycérate acide de zinc.* — On dissout 15^{gr} de sel neutre de baryum dans 500^{cc} d'eau froide, puis on ajoute la quantité nécessaire d'acide sulfurique pour provoquer le virage de l'hélianthine. On additionne le liquide de la quantité théorique de sulfate de zinc, d'après la seconde équation ci-dessus. Le sulfate de zinc est dissous dans de l'eau froide et ajouté goutte à goutte : on continue jusqu'à ce qu'une prise d'essai, après ébullition et filtrage, commence à précipiter par le chlorure de baryum. On termine comme dans l'opération précédente.

» L'analyse de quelques phosphoglycérates acides a donné les résultats suivants :

» *Sel acide de baryum* $\left[PhO{-}OH \;(O)\;OC^3H^5(OH)^2\right]^2 Ba$.

	Calculé.	Trouvé.
Ph^2O^5	28,6	29,01
Ba	29,6	28,81

» *Sel acide de zinc* $\left[\begin{matrix} & OC^3H^5(OH)^2 \\ PhO- & OH \\ & O \end{matrix}\right]^2 Zn.$

	Calculé.	Trouvé.
Ph^2O^5	34,9	34,20
Zn	15,9	16,70

» Nous avons préparé d'une manière analogue les phosphoglycérates acides de chaux, de magnésie, de cuivre, de strontiane, etc. Ils sont anhydres à 120°.

» Les phosphoglycérates de soude et de potasse retiennent de l'humidité, qu'il est impossible d'enlever.

» *Propriétés des phosphoglycérates acides.* — Les phosphoglycérates acides se distinguent immédiatement des sels neutres par leur grande solubilité dans l'eau. C'est ainsi que le phosphoglycérate acide de baryum est soluble dans la proportion de 40 pour 100. Contrairement aux sels neutres, les sels acides sont difficilement précipitables de leurs solutions par l'alcool, qui, à 50°, en dissout encore de notables proportions. Le précipité obtenu par l'alcool a l'apparence d'une masse gélatineuse transparente. Les solutions aqueuses des phosphoglycérates acides sont moins facilement précipitables par la chaleur que dans le cas des glycérophosphates neutres. Ils ne cristallisent pas : desséchés dans le vide, ils se présentent sous forme d'une masse vitreuse blanche (bleue dans le cas du sel de cuivre) qui ne s'altère pas à 100°. Par contre, leurs solutions aqueuses sont décomposables à l'ébullition : il se forme de l'acide phosphorique libre et de la glycérine d'après la réaction

$$(3)\quad \begin{matrix} & OC^3H^5(OH)^2 \\ PhO- & OH \\ & O \end{matrix} \quad \begin{matrix} (OH)^2C^3H^5O & \\ HO- & PhO \\ & O \end{matrix} + H^2O = PhO- \begin{matrix} OC^3H^5(OH)^2 \\ O \\ O \end{matrix} M'' + PhO^4H^3 + C^3H^5(OH)^3.$$

» Selon que les sels acides sont en présence d'un sel neutre ou d'une base, ils se comportent différemment : avec un sel neutre soluble, on obtient le sel acide correspondant selon l'équation déjà donnée; avec une base, au contraire, il se forme un phosphoglycérate neutre d'après l'équation

$$(4)\quad \left[\begin{matrix} & OC^3H^5(OH)^2 \\ PhO- & OH \\ & O \end{matrix}\right]^2 M'' + 2KOH = PhO- \begin{matrix} OC^3H^5(OH)^2 \\ O \\ O \end{matrix} M'' + PhO- \begin{matrix} OC^3H^5(OH)^2 \\ OK \\ OK \end{matrix} + H^2O.$$

» *Dosage.* — Les phosphoglycérates acides peuvent être dosés d'une

manière analogue à celle que nous avons indiquée pour les sels neutres dans notre étude sur les glycérophosphates (¹). 1gr de sel acide est dissous dans 100cc d'eau distillée : on dose l'acidité au moyen d'une solution normale de potasse en se servant de l'hélianthine ou de la phtaléine comme indicateur. L'équation (4) permet de calculer la richesse de la solution.

» *Phosphoglycérates organiques*. — Nous avons déjà montré que l'acide phosphoglycérique est un produit peu stable, régénérant, par simple concentration dans le vide, son acide phosphorique (²).

» D'après la formule (4) développée ci-dessus, on voit que l'on peut employer les phosphoglycérates acides au lieu de l'acide phosphoglycérique pour la préparation des sels neutres organiques. Il suffit, pour arriver à ce résultat, d'agiter la solution aqueuse d'un phosphoglycérate acide avec la solution éthérée de la base organique jusqu'à neutralisation de l'acidité. Cette méthode nous a permis d'obtenir les dérivés de la pyridine, de l'aniline, de la phénylhydrazine, de la quinine et de la cocaïne. Nous donnerons ultérieurement la composition et les propriétés de ces sels organiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la saccharification de l'amidon par l'amylase du malt*. Note de M. **Henri Pottevin**.

« La théorie actuelle de la saccharification, qui explique la transformation de l'amidon en dextrine et maltose par une série d'hydratations et de dédoublements successifs, est en contradiction avec des expériences de Brown et Héron qui ont trouvé, pour toutes les dextrines, des poids moléculaires égaux, même composition centésimale, même pouvoir rotatoire, même pouvoir réducteur, qui est nul. Leurs caractères différentiels pourraient s'expliquer, d'après M. Duclaux, par des différences d'état physique.

» J'ai recueilli un certain nombre de faits qui semblent confirmer cette explication.

» Si l'on maintient de l'extrait de malt à 79°-80°, son pouvoir diastasique s'affaiblit peu à peu et, au bout de quinze à vingt minutes, il a perdu la propriété de donner du maltose, tout en conservant celle de liquéfier rapidement l'empois et d'amener, par une action prolongée, la majeure partie de l'amidon à l'état de dextrine; on peut, en employant la diastase ainsi chauffée, obtenir, à toute température, la transformation de l'amidon en dextrine sans qu'il se produise en même temps de sucre réducteur.

(¹) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, nos 10 et 11, 1897.

(²) *Ibid.*, no 5, 1898.

» Je me suis servi pour mes expériences d'empois préparé en gélifiant 10^{gr} de fécule dans 1^{lit} d'eau. La fécule était précipitée dans l'eau, préalablement portée à 90°; la masse, maintenue à 90° pendant une demi-heure, était ensuite chauffée, pendant un temps égal à 120°, à l'autoclave; l'empois ainsi obtenu est légèrement opalescent, mais suffisamment limpide pour être observé sans peine au polarimètre dans un tube de 0^{m}, 2.

» 2^{lit} d'un tel empois, donnant pour la lumière jaune une rotation $2D = 3°38'$, ont reçu 30^{cc} d'extrait de malt chauffé; le mélange a été abandonné douze heures à la température de 60°, refroidi, filtré, ramené au volume primitif; la rotation observée, abstraction faite de la correction due à l'extrait de malt, a été $2D = 3°38'$. Le pouvoir rotatoire de la substance en suspension dans l'eau n'a pas changé : il n'y a donc pas eu production de maltose.

» Le poids de substance dissoute, évalué d'après la densité et en adoptant le diviseur 3,86, conduit à un pouvoir rotatoire $\alpha_j = 197°,6$.

» *Action de l'iode.* — L'empois et le liquide obtenu en le traitant par la diastase chauffée, et arrêtant l'opération dès que la masse est fluidifiée (liq. B), donnent avec l'iode une coloration bleu pur, quelle que soit la dilution; quand l'iode est ajouté en excès, la teinte se fonce mais en restant toujours dans le bleu, sans mélange de violet ni de rouge.

» Avec le liquide résultant de l'action prolongée de la diastase chauffée, tel que nous l'avons obtenu précédemment (liq. A), une petite quantité d'iode donne un bleu violacé qui, par un excès de réactif, passe au rouge brun; le changement de teinte est plus facile à saisir si l'on opère sur le liquide dilué au $\frac{1}{10}$.

» Le chlorure de sodium, à la dose de 1 pour 100 dans l'empois ou le liquide B iodés, précipite le composé bleu; ajouté même en excès dans le liquide A iodé, il ne détermine aucune précipitation.

» *Précipitation par l'alcool.* — Dans le liquide B, l'alcool, quand il est arrivé au titre de 50 pour 100, précipite la totalité de la matière primitivement dissoute; avec le liquide A, la précipitation n'est complète que pour 80 pour 100 d'alcool.

» Le liquide A, concentré jusques à contenir 10 pour 100 de matière dissoute, est additionné d'alcool; quand le mélange en contient 63 pour 100, on sépare par filtration le précipité formé (a). Au liquide filtré, on ajoute de nouvel alcool; quand la teneur atteint 70 pour 100, on sépare un second précipité (b).

» Les précipités a et b sont dissous dans l'eau, la liqueur mère est concentrée pour chasser l'alcool (c). Les solutions a et b ne contiennent pas de sucre, c en contient une certaine quantité qui représente exactement celle apportée par l'extrait de malt.

» Les poids de matière dissoute provenant de l'amidon sont respectivement :

		gr
Dans la liqueur	a	10,6
»	b	2,7
»	c	2,9

» 10^{cc} de chacune de ces trois solutions diluées à 1 pour 100 sont essayés à l'iode; ils donnent :

a, bleu par très peu d'iode, violet brun par un excès;

b, par des doses croissantes d'iode, une teinte d'abord rouge clair, puis rouge brun foncé.

c, la même teinte que l'iode ajouté en quantité égale dans l'eau pure.

» Nous avons donc obtenu la production d'érythrodextrines et d'achroodextrines, sans qu'il y ait eu formation simultanée de maltose.

» 50^{cc} de chacune des solutions *a*, *b*, *c* ramenées à 3 pour 100 de matière dissoute ont été traités pendant quatre heures à 63° par 2^{cc} d'extrait de malt (non chauffé). Les quantités de maltose formées pour 100 de dextrine mise en œuvre ont été :

a	71
b	82
c	95

» Il résulte de là que les portions de l'empois qui se transforment le plus facilement en dextrine sont aussi celles qui donnent le plus facilement du maltose. L'expérience suivante montre qu'elles correspondent aux parties de l'amidon qui se laissent le plus facilement dissoudre lorsqu'on fait agir la diastase sur les granules non gélatinisés.

» L'amidon de froment, traité à 63° par l'extrait de malt, est partiellement dissous; en décantant plusieurs fois le liquide et procédant à de nouvelles digestions, on peut arriver à un résidu qui représente seulement 8 à 10 pour 100 de l'amidon primitif et qui est formé, comme on sait, de ses couches extérieures.

» Deux empois préparés, l'un avec l'amidon entier, l'autre avec la même quantité d'amidon résiduel, et traités dans des conditions identiques par la diastase, ont donné :

	Maltose pour 100 de matière dissoute.
Amidon entier	75
Amidon résiduel (10 pour 100 de l'amidon primitif)	44

» Les conclusions qui me paraissent se dégager de ces expériences sont :

» 1° La transformation de l'amidon en maltose est le résultat de deux opérations distinctes : l'amidon donne d'abord de la dextrine qui donne à son tour du maltose.

» 2° Il n'existe entre les diverses dextrines que des différences d'état physique.

» 3° La gélatinisation atténue les différences qui existent naturellement entre les diverses parties du granule d'amidon, mais ne les fait pas dispa-

raître : les portions les plus fortement agrégées du granule donnent un empois plus difficile à dextriniser et une dextrine plus difficile à convertir en maltose.

» Quand on traite l'empois par la diastase, les transformations marchent avec une inégale rapidité pour les diverses parties de la masse ; certaines sont à l'état de maltose alors que d'autres sont encore à l'état de dextrine, d'autres même sont à peu près intactes : ces notions rendent compte des principales particularités de la saccharification, sans qu'il soit nécessaire de recourir aux explications compliquées données jusqu'ici à ce phénomène. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Pigments hépatiques chez les Vertébrés*. Note de MM. **A. Dastre** et **N. Floresco**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Le foie offre chez tous les animaux le caractère d'être coloré. Chez les Vertébrés, les Mollusques et les Crustacés, c'est-à-dire partout où il constitue un organe bien délimité, il est coloré de la même façon, du jaune au brun ou du vert au brun. Chez les Vertébrés, les substances qui colorent le tissu du foie (*pigments hépatiques*) sont tout à fait distinctes de celles qui colorent la bile, sécrétion de l'organe (pigments biliaires). Il n'en est pas de même chez les Invertébrés, ainsi que nous le verrons.

» La couleur du foie en place résulte du mélange de la teinte propre du tissu hépatique avec la teinte du sang qui l'imprègne abondamment. On se débarrasse de cet élément étranger en lavant le foie par une injection de solution physiologique (NaCl, 7-9 pour 1000 d'eau) poussée par les vaisseaux. L'organe prend alors une teinte fauve.

» Celle-ci est due à des pigments qui se répartissent en deux catégories que l'on distingue de prime abord par leur solubilité, à savoir : A, les *pigments aqueux*, dont le principal est la *ferrine*; B, le *pigment chloroformique*.

» Ces corps ne peuvent être obtenus directement; le tissu hépatique frais, même très divisé, abandonne peu de chose à l'eau pure et moins encore à l'alcool ou au chloroforme. Il faut donc user d'artifice.

» L'artifice auquel nous avons eu recours, pour libérer les matières colorantes du contenu cellulaire où elles sont incorporées, consiste à soumettre le tissu du foie à la digestion papaïnique en milieu neutre; on solubilise ainsi les albuminoïdes cellulaires avec le minimum d'altération.

» Comme résultat, on obtient une *liqueur jaune rouge* et un *dépôt insoluble, gris cendré,* qui, séparé et desséché à l'air, devient brun rouge et fournit avec le chloroforme une liqueur jaune rouge.

» On a ainsi deux pigments. Ils sont distincts : le pigment aqueux, en effet, est insoluble dans l'alcool et le chloroforme; le pigment chloroformique évaporé est insoluble dans l'eau. De plus, l'un et l'autre sont alors sinon à l'état même où ils existent dans le foie, au moins dans un état très voisin. En ce qui concerne le pigment chloroformique, on obtient, en effet, un produit identique en variant le procédé de préparation, c'est-à-dire en traitant par le chloroforme soit la poudre de foie séché, soit le résidu de la digestion papaïnique, soit le résidu de la digestion gastrique. Pour le pigment aqueux, on obtient un produit très voisin de celui de la digestion papaïnique, par macération dans l'eau, très légèrement alcalinisée, de la poudre de foie séché. Ces produits, très voisins l'un de l'autre, le sont évidemment du pigment hépatique naturel.

» A. On peut s'assurer, en comparant les résultats de la digestion papaïnique, de la digestion gastrique et de la macération alcaline du tissu du foie, que le pigment aqueux est un mélange de deux parties : une partie principale, constituée par un composé ferrugineux nouveau que nous appelons *ferrine,* et une partie accessoire formée de *nucléo-albuminoïdes ferrugineux* connus.

» Ces pigments sont solubles dans l'eau légèrement alcalinisée par le carbonate de soude, et dans la liqueur neutre de la digestion papaïnique. Ils sont insolubles dans l'alcool et le chloroforme. Leur couleur varie dans la gamme du jaune au rouge, suivant la concentration. Ils sont retenus par le charbon animal sur lequel on les filtre.

» Ils sont toujours ferrugineux. L'analyse nous a montré qu'ils contiennent à peu près tout le fer du foie.

» La *ferrine* s'obtient intégralement par la digestion papaïnique du foie frais. C'est un composé organo-métallique très voisin de la *ferratine* de Marfori et Schmiedeberg, mais s'en distinguant en ce que le fer y est moins dissimulé que dans celle-ci. Les réactions avec le ferrocyanure de potassium et le sulfhydrate d'ammoniaque sont plus rapides à s'y produire. La ferrine est une combinaison encore plus voisine que la ferratine de la *forme saline ou minérale* du fer; elle contient de l'hydrate ferrique combiné à un albuminoïde ayant les caractères des protéoses. Elle est plus facilement soluble dans les acides que la ferratine; elle s'en distingue encore en ce qu'elle décompose instantanément l'eau oxygénée et en ce que, lors-

qu'elle a été préalablement chauffée à l'ébullition, elle possède sur le sang un pouvoir anticoagulant remarquable.

» Examiné au spectroscope, le pigment aqueux ferrugineux donne un spectre continu, sans bandes d'absorption, qui s'éteint seulement aux deux extrémités rouge et violette. Ses trois traits distinctifs sont, en résumé : la *solubilité*, la *richesse en fer*, le *spectre continu*.

» B. Le second pigment est soluble dans le chloroforme, moins soluble dans l'alcool; il est peu soluble dans l'éther, insoluble dans l'eau. Il est intermédiaire, par ses caractères, aux lipochromes et aux pigments biliaires. Nous l'avons nommé *choléchrome*. Sa couleur est jaune rouge comme celle des lipochromes; son spectre d'absorption est de même sans bandes. Son peu de solubilité dans l'éther le rapproche des pigments biliaires. Les procédés d'oxydation et de déshydratation le poussent au rouge et non point vers le bleu ou le vert; les procédés de réduction le ramènent à l'état initial.

» Les deux catégories de pigments, très différentes à tous égards, qui donnent au foie des Vertébrés sa teinte n'ont donc en commun que le caractère de la couleur (gamme jaune rouge dans les deux cas) et l'analogie des spectres d'absorption, sans bandes et présentant seulement deux plages sombres vers les deux extrémités, particulièrement vers le rouge. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les ferments des maladies des vins.* Note de M. **J. Laborde**, présentée par M. Duclaux.

« Depuis longtemps je m'occupe de cultiver les ferments de différentes maladies du vin pour étudier de près leur action sur les éléments de ce liquide. Comme cette étude est très complexe et par conséquent fort longue, je suis loin de l'avoir terminée; mais les résultats publiés récemment par MM. J. Bordas, Joulin et Rackowski (') sur le même sujet m'engagent à indiquer ceux que j'ai obtenus jusqu'à présent.

» Les vins sur lesquels j'ai opéré, au nombre d'une dizaine environ, provenant, en général, de diverses régions du sud-ouest de la France (un seul était originaire de l'Hérault), étaient des vins vieux plus ou moins altérés en bouteille, ou des vins jeunes et parfaitement sains. Les vins malades ont été caractérisés comme vins tournés (mildiousés) ou comme vins

(') *Comptes rendus*, 21 février et 14 avril 1898.

amers par les méthodes qui résultent des travaux de MM. Pasteur, Duclaux, Gayon, etc.

» J'ai d'abord éliminé, par des cultures appropriées, les levures et les mycodermes qui se trouvent surtout dans les vins nouveaux, pour ne garder que les bactéries et filaments vivant dans la masse du vin, où l'air n'arrive qu'en très petite quantité.

» Les cultures de ces organismes ainsi sélectionnés m'ont servi pour obtenir des colonies sur plaques de gélatine dont le dissolvant nutritif, qui était le liquide des cultures précédentes, contenait un peu de sucre et tous les éléments du vin, afin d'éviter autant que possible l'intervention des germes étrangers à ce liquide.

» Les colonies formées sur une même plaque par les microbes d'une culture déterminée m'ont paru jusqu'à présent provenir toutes de germes identiques.

» Les colonies obtenues sur les différentes plaques n'ont jamais liquéfié la gélatine, et leur place dans la couche de cette gélatine, de 1^{cm} d'épaisseur, a permis de grouper les cultures en deux grandes catégories distinctes: 1° celles qui ont donné des colonies disséminées dans la masse entière de la gélatine; 2° celles dont les colonies étaient placées exclusivement à sa surface.

» Le premier groupe comprend des microbes plus particulièrement anaérobies, mais cette propriété est accentuée d'une manière variable; dans le second groupe entrent des aérobies plus ou moins facultatifs, jusque presque aux aérobies stricts. Les microbes des vins amers se sont tous classés dans ce dernier groupe, tandis que ceux des vins sains et tournés appartenaient indifféremment à l'un ou à l'autre groupe; le ferment mannitique de MM. Gayon et Dubourg, étudié en même temps, s'est classé dans le premier.

» Après avoir cultivé une colonie prise sur chaque plaque, j'ai commencé à étudier les propriétés de ces différents microbes en les plaçant dans les conditions de la cuve de vendange, où les germes que l'on trouve dans les vins ont fait, en général, leur premier développement. Ils ont été ensemencés, soit dans des moûts de raisin en pleine fermentation alcoolique, soit dans des vins conservés sucrés en arrêtant la fermentation par le chauffage, soit dans du moût de raisin dilué avec de l'eau de levure: dans ces derniers cas, l'air était chassé du milieu de culture et remplacé par de l'acide carbonique.

» Sauf le microbe d'un seul vin amer assez vieux, tous les autres se sont

multipliés abondamment dans ces conditions, quoique avec des activités variables, et l'un des plus actifs est le ferment mannitique.

» Dans le vin doux ou l'eau de levure sucrée, j'ai obtenu un dégagement gazeux régulier pendant plusieurs semaines, quelquefois assez abondant pour ressembler à celui d'une fermentation alcoolique sur le déclin; le gaz produit était de l'acide carbonique pur.

» Le sucre disparaissait, en quantité variant de 30^{gr} à 50^{gr} par litre, au bout de trois semaines au plus, à la température de 32°, et, dans tous les cas, le liquide contenait de la mannite et s'était enrichi en acidité fixe et volatile. L'acidité fixe était constituée surtout par de l'acide lactique, et l'acidité volatile par de l'acide acétique pur ou mélangé avec des traces d'acides supérieurs.

» Ces divers ferments, bien qu'ils aient été pris dans des vins ne contenant pas de mannite, sont donc capables de provoquer une fermentation mannitique du sucre, qui ne diffère essentiellement de celle que l'on connaît déjà que par le dégagement de CO^2. Mais ce dégagement existe aussi, très abondant, avec le ferment de MM. Gayon et Dubourg, si on le place, comme les autres, dans un milieu préalablement privé d'air et saturé d'acide carbonique; dans ces conditions, le dégagement gazeux paraît se produire au détriment de la quantité de mannite formée.

» Tous ces organismes, et le ferment mannitique lui-même, ne donnent plus de mannite lorsque la proportion de sucre descend au-dessous d'une certaine limite, par exemple lorsqu'un vin renferme 9^{gr} de sucre par litre, composés de 4^{gr} de glucose et 5^{gr} de lévulose. Mais il se produit encore de l'acide carbonique et de l'acidité fixe ou volatile.

» Si ces ferments se développent en même temps que la levure dans le moût de raisin, leurs effets dépendent de leur activité et de l'activité de la levure; dans le cas où celle-ci est gênée par la température, souvent ceux-là prennent le dessus et agissent sur le sucre d'après la proportion dans laquelle il existe à ce moment dans le liquide. On obtient alors des vins qui ont tous les caractères des vins mannités, ou simplement ceux des vins à acidité volatile anormale mais non due à la piqûre. Lorsque, après la fin de la fermentation, les échanges gazeux entre l'air et le vin sont faciles, les microbes qui sont plus particulièrement anaérobies deviennent inactifs et se précipitent en laissant le vin limpide; les aérobies facultatifs, au contraire, continuent à le troubler, en restant en suspension, et arrivent même à se développer en surface, où ils deviennent des microbes acétifiants de l'alcool très énergiques.

» Je continuerai ultérieurement l'étude de ces organismes et j'essayerai, en particulier, de déterminer si ces êtres, qui ont des propriétés communes dans certains cas, sont absolument distincts, ou s'ils ne proviendraient pas d'un être unique qui aurait donné des races diverses, plus ou moins fixées, sous l'influence des conditions variables du milieu. »

ZOOLOGIE. — *Sur divers points de la morphologie externe des Aphroditiens* (1). Note de M. **G. Darboux** fils, présentée par M. Edmond Perrier.

« I. On sait que, parmi les Annélides errants, les Aphroditiens peuvent être caractérisés par ce fait qu'ils portent sur la face dorsale du corps des appendices mous, squammiformes, les élytres. De Blainville, constatant que, chez tous les Aphroditiens connus de son temps, les élytres alternaient régulièrement avec les cirres dorsaux, fut par là conduit à considérer que l'élytre n'était qu'un cirre dorsal modifié; ainsi se trouva créée la théorie qui veut que les élytres et les cirres dorsaux des Aphroditiens soient des organes homologues. Cette théorie, défendue par Ehlers et Claparède, est admise aujourd'hui par la plupart des auteurs, sans plus ample informé.

» J'ai été amené à rechercher les raisons invoquées à l'appui de cette opinion et n'en ai trouvé aucune qui fût sérieuse. Mes observations m'ont au contraire amené à la conclusion suivante : les élytres ne sont pas les homologues des cirres dorsaux. On a affaire là à deux séries d'organes qui s'excluent en général, mais qui n'ont entre elles aucun rapport d'homologie. J'indique ici rapidement les raisons de cette opinion.

» *a*. Chez tous les Aphroditiens, l'élytrophore a son homologue, dans les anneaux dépourvus d'élytre, sous forme d'une saillie dorsale. Ce n'est pas sur cette saillie *dorsale* que s'implante le cirre, dont l'insertion est nettement *parapodiale*. L'existence de cette saillie, parfois désignée sous le nom de *branchie*, a été constatée par les divers auteurs sur un certain nombre de formes. Elle est d'ailleurs générale, ainsi que j'ai pu m'en assurer.

» *b*. Chez les *Aphrodite*, on trouve sur cette saillie dorsale un organe rudimentaire, ressemblant à l'élytre telle que Hœcker l'a décrite, chez les larves d'Aphroditiens, au stade qu'il désigne sous le nom de *nectochæta*. Cet

(1) Travail de la Station zoologique de Cette.

organe ne se retrouve pas sur les anneaux pourvus d'élytres. C'est évidemment un élytre avorté.

» *c*. Enfin, dans certains cas tératologiques, j'ai trouvé côte à côte, chez l'*Acholoë astericola* Clpd., un élytre et un cirre dorsal sur le même segment.

» II. J'ai dit déjà que certains auteurs désignaient sous le nom de *branchies* les saillies dorsales homologues de l'élytrophore. Il est fort probable, en effet, que c'est en ces points de la surface où le tégument est très aminci, et où un courant d'eau est sans cesse entretenu par le jeu des élytres, que se font les échanges respiratoires. Dans certains cas, même, chez l'*Acholoë astericola* Clpd., par exemple, la surface externe de ces saillies dorsales se couvre de cils vibratiles et il se constitue ainsi un véritable appareil respiratoire, connu depuis Claparède.

» Mais, en étudiant comparativement, au point de vue de leur morphologie externe, les Polynoïdiens (et plus spécialement les *Acholoë*) d'une part et les Sigalioniens d'autre part, on se trouve en présence d'une nouvelle difficulté. En effet, comme nous venons de le rappeler, les branchies d'*Acholoë* sont homologues de l'élytrophore. Elles ne sauraient donc être homologuées à la branchie des Sigalioniens. En effet, puisque chez ces derniers les branchies existent sur tous les segments et même sur ceux qui sont pourvus d'élytres, elles ne sont pas homologables aux élytrophores, ni, par suite, aux branchies des *Acholoë*. Nous avons donc là, à l'intérieur d'une même famille pourtant très naturelle, un exemple bien net d'organes analogues, mais non homologues. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la nutrition azotée des plantes phanérogames à l'aide des amines, des sels d'ammoniums composés et des alcaloïdes* (1). Note de M. **L. Lutz**, présentée par M. Guignard.

« L'étude de la nutrition des plantes à l'aide de substances azotées organiques et, en particulier, des alcalis naturels ou artificiels, n'a donné lieu, jusqu'ici, qu'à un petit nombre de recherches.

» G. Ville, le premier (2), constata que les végétaux pouvaient assimiler les chlorhydrates de méthylamine et d'éthylamine, mais il ne prit aucune précaution contre l'action, alors mal connue, des micro-organismes.

(1) Travail fait au laboratoire de Botanique de l'École de Pharmacie de Paris.

(2) Ville, *Comptes rendus*, t. LVII, p. 464.

Frank (1) reconnut que la leucine, la tyrosine et les alcaloïdes sont inassimilables. Bokorny (2) vit des *Spirogyra* se développer dans un liquide nutritif renfermant du sulfate de triméthylamine.

» D'autre part, Réveil (3) croyait à la toxicité des alcaloïdes pour les plantes, même lorsqu'il s'agit de ceux qu'elles élaborent ; mais les expériences de Cornevin (4) et de Heckel (5) semblent montrer que, dans certains cas, ces substances peuvent être résorbées par la plante et servir à sa nutrition.

» Les expériences qui font l'objet de cette Note ont été effectuées de la manière suivante :

» Sur un cristallisoir de grande dimension est disposée une cloche à douille munie, à la partie supérieure, de deux tubes présentant des renflements garnis de coton. L'un des tubes plonge jusqu'à la partie inférieure de la cloche et communique avec un propulseur d'air. Le cristallisoir renferme une solution de sublimé à $\frac{1}{2000}$ qui constitue une fermeture hydraulique. Tout l'appareil a été stérilisé au sublimé intérieurement.

» Dans la cloche, on dispose un cristallisoir paraffiné, émergeant de la solution de sublimé, et stérilisé à l'aide d'une solution de cette substance.

» Ce cristallisoir supporte un pot renfermant du sable lavé. Le pot et son contenu ont été calcinés au rouge et refroidis à l'abri de l'air.

» Les graines servant aux expériences proviennent toutes de la même plante. Elles ont été partagées en deux lots aussi semblables que possible. L'un a été analysé par la méthode de Dumas, l'autre planté dans le sable après stérilisation de dix minutes dans du sublimé à $\frac{1}{2000}$.

» L'ensemencement a été l'objet de précautions antiseptiques spéciales pour éviter aussi complètement que possible l'apport des poussières de l'air. L'opération a été faite dans une atmosphère saturée d'humidité et les mains de l'opérateur maintenues humides d'une solution de sublimé à $\frac{1}{300}$.

» Chaque culture a reçu un liquide nutritif composé d'après les formules suivantes :

» *a*. Solution mère :

» Biphosphate de potasse 2, chlorure de potassium 1, sulfate de chaux 2, sulfate de fer 2, sulfate de magnésie 2, sulfate de manganèse 0,40, eau distillée 400.

» *b*. Liquide nutritif :

» Solution mère 50^{cc}, chlorhydrate de l'amine employée $0^{gr},50$ ou 1^{gr} suivant les cas.

» Cette solution a été stérilisée à l'autoclave à 120°, ainsi que l'eau distillée servant

---

(1) Frank, *Landw. Jahrb.*, p. 421; 1888.

(2) Bokorny, *Biol. Centralbl.*, t. XVII, p. 1.

(3) Réveil, *Action des poisons sur les plantes*, Lyon; 1865.

(4) Cornevin, *Des plantes vénéneuses et des empoisonnements qu'elles produisent*; 1887.

(5) Heckel, *Comptes rendus*; 1890.

à l'arrosage. Du reste, grâce à la fermeture hydraulique des cloches à culture, l'air étant saturé d'humidité, l'évaporation de l'eau d'arrosage a été à peu près nulle, et il n'a jamais été nécessaire d'arroser de nouveau pendant la durée de l'expérience.

» Des garanties de pureté spéciales ont été prises pour les sels employés, et des analyses des sols après culture ont fait rejeter toutes les expériences qui avaient été le siège d'une fermentation ou d'un développement de micro-organismes dans le sol.

» Voici les principaux résultats de cette étude, qui a porté sur un grand nombre de composés :

» Les Phanérogames peuvent emprunter l'azote qui leur est nécessaire aux amines employées sous forme de sels, sans que ces substances aient subi une transformation préalable en sels ammoniacaux ou en nitrates.

» Pour que cette assimilation ait lieu, il faut que les amines proviennent de la substitution à l'hydrogène de radicaux dont la grandeur moléculaire soit peu élevée; c'est ainsi que les méthylamines ont été d'excellents aliments azotés, tandis que la benzylamine, la pyridine, la glycolamine, la bétaïne, etc., ont été reconnues inassimilables.

» Les amines phénoliques sont puissamment toxiques; les sels d'ammoniums composés et les alcaloïdes sont inassimilables directement.

» De plus, placées dans des milieux nutritifs contenant de l'azote sous forme d'une combinaison basique inassimilable, les plantes ont perdu une quantité notable de leur azote initial. Il convient d'observer que la végétation, dans ces cas, a été prolongée jusqu'à ce que les plantes fussent en plein dépérissement, sans cependant présenter d'altération extérieure, et en l'absence de tout micro-organisme. Il y a donc eu probablement, ici, des phénomènes d'autofermentation.

» Des expériences ont été instituées en vue de chercher sous quelle forme disparaît cet azote. L'appareil a été mis en communication avec un tube à boules de Liebig contenant du réactif de Nessler, et le sublimé formant fermeture remplacé par du mercure. L'examen du réactif de Nessler, suivi de l'analyse des plantes et du sol, a montré que l'azote disparaissait à l'état gazeux. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de quelques poisons sur le pouvoir antitoxique du sang*. Note de MM. **C.-J. Salomonsen** et **Th. Madsen**, présentée par M. Duclaux.

« Dans un Travail inséré en 1897 dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, nous avons cherché à prouver que l'explication la plus naturelle des phé-

nomènes observés durant l'immunisation active contre la diphtérie est d'admettre que, dans l'animal immunisé, il y a *production et destruction* *incessantes* de substance antitoxique, en même temps que, sous l'influence de la toxine, certaines cellules subissent une modification *durable* qui les a douées du pouvoir de sécréter la substance antitoxique. Et, à cet égard, notre théorie avait une double base, savoir : une série de mensurations continues, faites pendant assez longtemps, sur le pouvoir antitoxique du lait et du sang d'une jument, puis quelques observations de MM. Roux et Vaillard sur la reproduction, après saignée, chez les lapins, de l'anti-toxine tétanique, observations restées d'ailleurs tout à fait isolées à cette époque.

» Dans ces circonstances, il était intéressant d'essayer si les poisons qui exercent une influence stimulante et dépressive sur une série de sécrétions normales de l'organisme auraient une influence analogue sur la nouvelle fonction sécrétoire présumée.

» Pour ces recherches, nous avons choisi l'*atropine* et la *pilocarpine*. Comme animaux d'expériences, nous avons employé des chevaux servant depuis assez longtemps à fournir le sérum, mais actuellement réformés en raison de la chute habituelle du pouvoir antitoxique (Salomonsen et Madsen, *Nordiskt medicinsk Arkiv Festband*; 1897, n° 9). Les mensurations furent faites d'après l'ancienne méthode d'Ehrlich, dont nous avions constaté la précision par une série d'observations comparatives.

» Atropine. — *Première expérience.* — Avec cette substance, nous n'avons fait qu'une expérience. Le cheval qui nous a servi fit preuve d'un parfait équilibre antitoxique à chacune des trois mensurations entreprises les 24, 26 et 31 mai; dans ces trois cas, le pouvoir antitoxique du sang était 30. Immédiatement après la mensuration du 31 mai, entre 1^h et 3^h, on injecta 70^{cgr} d'atropine par doses de 10^{cgr}, ce qui suscita les symptômes d'un empoisonnement très violent. On reprit les mensurations le 31, à 8^h du soir, ainsi que les 1er et 2 juin, et, chaque fois, on constata que le pouvoir antitoxique du sang n'avait pas changé et restait à 30.

» *En dépit d'un empoisonnement par l'atropine, assez violent pour menacer la vie du cheval, il ne se produisit donc aucune baisse du pouvoir antitoxique du sang* durant les premiers jours qui suivirent l'injection.

» Pilocarpine. — *Deuxième expérience.* — On y employa le même cheval qui avait déjà servi pour l'expérience à l'atropine. Si, d'une part, le pouvoir antitoxique de son sang baissa peu de temps après la première expérience, il se maintint ensuite assez longtemps sans modification (voir Tableau I). L'expérience eut lieu le 14 juin, le cheval subissant alors, dans l'espace de deux heures, l'injection intraveineuse de 140^{cgr} de pilocarpine par doses de 10^{cgr}, opération que suivirent très promptement de graves symptômes d'intoxication.

» Voici le résultat des mensurations :

Date.	Heure.	Unités d'imm. par centimètre cube.	Remarques.
Juin 3	»	25	
» 6	»	25	
» 14	1,30	25	
» 14	1,37		Injecté 10cc de pilocarpine
» 14	2,17	30	Injecté en tout 40cc de pilocarpine
» 14	3,30		Injecté en tout 140cc de pilocarpine
» 14	4,10		
» 14	7,15	30	Symptômes toxiques presque disparus
» 15	»	20	

» *Troisième expérience.* — Elle fut faite sur le même cheval que les deux précédentes : on injecta 100cgr de pilocarpine, mais le seul résultat fut de constater une hausse insignifiante du pouvoir antitoxique du sang, très inférieure à la modification marquée subie par le pouvoir antidiphtérique dans la deuxième expérience. Nous ne saurions décider si, dans cette expérience, les deux violentes intoxications antérieures ont rendu le résultat moins net que dans la deuxième expérience.

» *Quatrième expérience.* — On la fit sur un cheval chez lequel on constata, à l'inverse du précédent, une baisse continue du pouvoir antitoxique du sang durant la période qui précéda immédiatement l'expérience, et cet état de chose rend encore plus nette la hausse suscitée par la pilocarpine, dont nous injectâmes 80cgr dans le cours de quinze minutes.

» Voici le résultat des mensurations :

Date.	Heure.	Unités d'imm. par centimètre cube.	Remarques
Octobre 11	»	45	
» 18	»	40	
» 25	»	35	
» 28	»	30	Immédiatement avant la première injection.
» 28	12,40	»	Injection de 20cgr de pilocarpine.
» 28	12,42	35	
» 28	12,47	35	
» 28	12,55	»	Injecté en tout 80cgr de pilocarpine.
» 28	1,5	40	Salivation arrivée au maximum.
» 28	2,5	30	Salivation diminuée.
» 28	5,30	30	Salivation tout à fait arrêtée.
» 29	»	25	
» 30	»	25	

» *Cinquième expérience.* — Son résultat concorde exactement avec ceux des expériences ci-dessus, comme le montre le Tableau ci-dessous :

Date.	Heure.	Unités d'imm. par centimètre cube.	Remarques.
Novembre 29...	»	15	
Décembre 7...	2,50	15	
» 7...	2,52	»	Injection intraveineuse de 120^{cgr} de pilocarpine en dix minutes.
» 7...	3,15	20	Salivation à son comble.
» 7...	3,30	20	
» 7...	3,45	20	Salivation sensiblement diminuée.
» 7...	4,15	20	Salivation réduite à presque rien.
» 8...	»	A peine 15	

» Voici donc le résultat de nos expériences :

» 1° En produisant, chez un cheval activement immunisé contre la diphtérie, un fort empoisonnement par l'atropine, on n'a pas réussi à faire baisser le pouvoir antidiphtérique du sang durant les jours qui suivirent immédiatement l'injection du poison.

» 2° L'injection de pilocarpine suscita chez le cheval une forte augmentation du pouvoir antidiphtérique de son sang.

» 3° Le maximum de pouvoir antidiphtérique fut atteint dans ces trois cas au moment où les symptômes d'intoxication (salivation, etc.) s'accentuaient avec le plus de force et, dans un cas où le pouvoir antidiphtérique haussa de 30 à 40 en cinq heures environ pour redescendre à 30, le moment où la salivation atteignit son maximum coïncida avec celui du maximum du pouvoir antidiphtérique.

» 4° Durant les jours qui suivirent immédiatement l'intoxication, le pouvoir antidiphtérique du sang devint inférieur à ce qu'il était au début de l'expérience.

» 5° La hausse du pouvoir antidiphtérique suit de très près l'injection de pilocarpine ; de si près qu'on ne saurait attribuer la cause de son apparition à la concentration que produirait dans le sang l'hypersécrétion des glandes salivaires, intestinales et autres.

» 6° Les expériences ci-dessus fournissent la preuve d'une nouvelle analogie entre la formation de l'antitoxine et les sécrétions normales, et corroborent ainsi l'hypothèse que nous avons énoncée plus haut. Toutefois, les matériaux d'expérience dont on dispose ne fournissent pas une base suffisante pour décider si la quantité d'antitoxine contenue dans le

sang est due à une hypersécrétion suscitée dans certains organes par l'empoisonnement, ou simplement à ce que l'antitoxine emmagasinée en tel ou tel point de l'organisme s'épanche en plus grande abondance dans le sang. Nous avons l'intention de faire de cette question l'objet d'une étude ultérieure. »

M. G. Marqfoy adresse une réclamation de priorité à l'occasion d'une Note de M. *Daniel Berthelot* « Sur la détermination rigoureuse des poids moléculaires des gaz ».

« Dans la séance de l'Académie des Sciences du 28 mars 1898, M. Daniel Berthelot a montré que « le poids moléculaire d'un gaz est en réalité pro-
» portionnel, non pas à sa densité réelle (à cause des écarts des lois de
» Mariotte et de Gay-Lussac), mais au produit de cette densité par son
» volume moléculaire » (*Revue générale des Sciences*, 15 avril 1898, p. 302).

» Cette loi est une de celles que j'ai trouvées et publiées il y a deux ans. Elle figure aux pages 266 et 267 de mon Livre : « Loi des équivalents
» et théorie nouvelle de la Chimie ». La page 267 porte notamment ces deux lignes :

« Pour vérifier la loi de la compression, je prends cette loi sous la forme
» $V_m\Delta = 1^{cc}pE$, ou, plus simplement, $V_m\Delta = E$ », formule dans laquelle V_m est le volume moléculaire, Δ la densité, E le poids moléculaire; 1^{cc} et p, poids de l'atome, étant des constantes. La loi, eu égard à ce que V_m, comme je le montre, varie dans des limites assez étendues, prouve que la formule habituelle de la Chimie, consistant en ce que *les poids moléculaires sont proportionnels aux densités gazeuses,* n'est pas juste, ce que j'ai avancé dans mon Livre, en le démontrant sous diverses formes. »

M. Pourtalé adresse une Note ayant pour titre : « Un ferment vital. Sérum de chèvre immunisé contre la rage ».

La séance est levée à 4 heures.

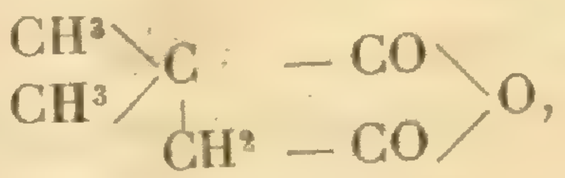
J. B.

ERRATA.

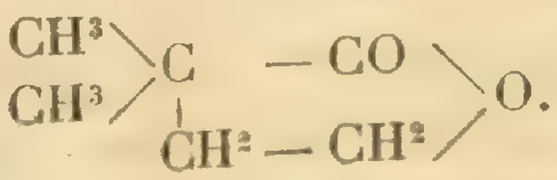
(Séance du 18 avril 1898.)

Note de M. *F.-E. Blaise,* Nouvelle synthèse de l'acide diméthyl-3.3-pentanedioïque-1.5 :

Page 1153, ligne 1 en remontant, *au lieu de*



lisez



Page 1154, lignes 13 et 14, *lisez :* et les résultats analytiques qu'ils donnent concordent avec la formule $C^5H^{10}O^2 + 5H^2O$ qui correspond à l'acide méthyléthylacétique.

Note de M. *A. de Gramont,* Analyse spectrale des composés, etc. :

Page 1155, ligne 9 en remontant, *au lieu de* dirruptive, *lisez* disruptive.

N° 17.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 23 avril 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *Demontzey*, Correspondant de la Section d'Économie rurale..... 1179

M. S. Arloing. — Influence de la voie et du mode d'introduction sur le développement des effets immunisants du sérum antidiphtérique..... 1179

NOMINATIONS.

Commission chargée de juger le concours du prix Barbier de 1898 : MM. *Bouchard, Chatin, Guyon, Guignard, Lannelongue.* 1180

Commission chargée de juger le concours du prix Lallemand de 1898 : MM. *Bouchard, Marey, Ranvier, Potain, Milne-Edwards*..... 1180

Commission chargée de juger le concours du prix du baron Larrey de 1898 : MM. *Guyon, Lannelongue, Bouchard, Potain, Marey*..... 1180

Commission chargée de juger le concours du prix Bellion de 1898 : MM. *Bouchard, Potain, Brouardel, Guyon, Lannelongue.* 1180

Commission chargée de juger le concours du prix Mège de 1898 : MM. *Bouchard, Potain, Guyon, Brouardel, Lannelongue.* 1182

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Physiologie expérimentale) de 1898 : MM. *Marey, Bouchard, Chauveau, Duclaux, Potain*.... 1180

Commission chargée de juger le concours du prix Philipeaux (Physiologie expérimentale) de 1898 : MM. *Marey, d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Ranvier*.. 1180

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Arts insalubres) de 1898 : MM. *Armand Gautier, Troost, Schlœsing, Moissan, Friedel*..... 1180

Commission chargée de juger le concours du prix Trémont de 1898 : MM. *J. Bertrand, Berthelot, Faye, Sarrau, Cornu*.. 1183

Commission chargée de juger le concours du prix Gegner de 1898 : MM. *J. Bertrand, Berthelot, Hermite, Darboux, Mascart*..... 1183

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *L. de Launay* sur « Les diamants du Cap »..... 1183

M. C. Guichard. — Sur les congruences rectilignes..... 1183

M. Paul Painlevé. — Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes..... 1185

M. Medolaghi. — Sur les groupes qui se présentent dans la généralisation des fonctions analytiques..... 1188

M. Ribière. — Sur la résistance des massifs épais..... 1190

M. Ch. Féry. — Sur un nouvel étalon lumineux..... 1192

M. Louis Perrot. — Sur les forces électromotrices thermo-électriques dans le bismuth cristallisé..... 1194

M. L. Décombe. — Sur la constitution de l'étincelle explosive dans un diélectrique liquide..... 1197

M. E. Goldstein. — Remarques sur les rayons cathodiques..... 1199

M. Marage. — Étude de la voix parlée des phonographes..... 1202

M. P. Lebeau. — Sur le traitement industriel de l'émeraude au four électrique..... 1202

M. Amand Valeur. — Sur les quinonoximes. 1205

M. Arnaud. — Sur les produits de dédoublement de l'ouabaïne par hydrolyse..... 1208

M. V. Thomas. — Action chlorurante du chlorure ferrique dans la série aromatique..... 1211

M. J. Cavalier. — Sur les diéthers phosphoriques..... 1213

MM. Adrian et Trillat. — Sur les phosphoglycérates acides..... 1215

M. Henri Pottevin. — Sur la saccharification de l'amidon par l'amylase du malt... 1218

MM. A. Dastre et N. Floresco. — Pigments hépatiques chez les Vertébrés..... 1221

M. J. Laborde. — Sur les ferments des maladies des vins..... 1223

M. G. Darboux fils. — Sur divers points de la morphologie externe des Aphroditiens. 1226

M. L. Lutz. — Sur la nutrition azotée des plantes phanérogames à l'aide des amines.

N° 17.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

des sels d'ammoniums composés et des alcaloïdes..... 1227

MM. C.-J. SALOMONSEN et TH. MADSEN. — Influence de quelques poisons sur le pouvoir antitoxique du sang..... 1229

M. G. MARQFOY adresse une réclamation de priorité à l'occasion d'une Note de M. *Daniel Berthelot* « Sur la détermination rigoureuse des poids moléculaires des gaz ». 1233

M. POURTALÉ adresse une Note ayant pour titre : « Un ferment vital. Sérum de chèvre immunisé contre la rage »..... 1233

ERRATA..... 1234

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,

Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1898

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 18 (2 Mai 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MAI 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur la légitimité de la règle dite* du trapèze *dans l'étude de la résistance des barrages en maçonnerie.* Note de M. **Maurice Lévy.**

« Après la catastrophe de Bouzey et d'autres de même nature survenues dans divers pays, divers ingénieurs ont conçu des doutes sur la légitimité des hypothèses de la résistance des matériaux appliquées aux grands barrages en maçonnerie.

» La plus fondamentale de ces hypothèses, et même la seule nécessaire (¹), est celle dite *du trapèze*, qui consiste à regarder les pressions normales exercées sur chaque assise comme réparties selon une loi linéaire.

» Dans quelle mesure est-elle légitime? Par là, j'entends : dans quelle

(¹) Voir ma Communication (séance du 5 août 1895).

mesure est-elle conforme à ce que donnerait l'emploi de la théorie mathématique de l'élasticité? Une réponse catégorique à cette question ne saurait être donnée, la théorie de l'élasticité conduisant, le plus souvent, à des problèmes d'analyse inextricables. Mais on peut observer que la section transversale d'un barrage est toujours intermédiaire entre un triangle et un rectangle. Il paraît donc naturel d'examiner ces deux cas simples. Il est à supposer que les résultats qu'ils donnent seront des résultats extrêmes entre lesquels se trouvera comprise la réalité.

» Il est très facile de s'assurer que, pour un barrage à section triangulaire, la théorie mathématique de l'élasticité donne, exactement, le même résultat que l'emploi de la règle du trapèze.

» Celle-ci se trouve ainsi légitimée dans ce cas dont on peut, d'ailleurs, se rapprocher beaucoup dans la pratique.

» Envisageons le cas opposé d'une section rectangulaire, c'est-à-dire d'un mur d'épaisseur uniforme ε. Rapportons-la à deux axes de coordonnées : l'un Ox dirigé suivant le couronnement du mur et de l'amont vers l'aval, l'autre Oy dirigé de haut en bas suivant le parement d'amont. Appelons k le poids spécifique de la maçonnerie rapporté au poids spécifique de l'eau pris pour unité. Désignons, comme je l'ai fait dans ma Communication du 5 août 1895, par n_1, t, respectivement, les composantes normale et tangentielle de la pression élastique exercée sur un élément vertical de l'amont vers l'aval et par n, t les composantes similaires de la pression exercée de haut en bas sur un élément horizontal (1). Les trois forces n, n_1, t doivent remplir les conditions suivantes :

» 1° Satisfaire aux trois équations à dérivées partielles

$$\frac{\partial n_1}{\partial x} + \frac{\partial t}{\partial y} = 0, \qquad \frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial n}{\partial y} = k,$$

$$\Delta_2(n + n_1) = 0$$

où

$$\Delta_2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2};$$

il est facile de montrer que, dans les problèmes d'élasticité à deux dimensions, ces trois équations tiennent lieu de celles qui régissent les déplacements élastiques, et cela *indépendamment des valeurs attribuées aux coef-*

(1) On sait que t est le même pour deux éléments rectangulaires quelconques.

ficients d'élasticité; c'est la dernière qui permet d'écarter l'hypothèse dite *loi du trapèze;*

» 2° Donner sur le parement d'amont, soit pour $x = 0$,

$$n_1 = y, \qquad t = 0;$$

» 3° Donner sur le parement d'aval, soit pour $x = \varepsilon$,

$$n_1 = 0, \qquad t = 0;$$

» 4° Donner sur le couronnement, soit pour $y = 0$,

$$n = 0, \qquad t = 0.$$

» Si l'on écrit les expressions très simples qui suivent :

$$(1) \qquad n = k\gamma + \frac{y^3}{\varepsilon^2}\left(\frac{2x}{\varepsilon} - 1\right) + y\left(-\frac{4x^3}{\varepsilon^3} + 6\frac{x^2}{\varepsilon^2} - \frac{12}{5}\frac{x}{\varepsilon} + \frac{1}{5}\right),$$

$$(2) \qquad t = \frac{x}{\varepsilon}\left(1 - \frac{x}{\varepsilon}\right)\left[\frac{3y^2}{\varepsilon} - \frac{\varepsilon}{5} + x\left(1 - \frac{x}{\varepsilon}\right)\right],$$

$$(3) \qquad n_1 = \left(1 - \frac{x}{\varepsilon}\right)^2\left(1 + 2\frac{x}{\varepsilon}\right)y,$$

on vérifiera facilement qu'elles remplissent toutes les conditions voulues, sauf la dernière. Pour $y = 0$, on n'a pas $t = 0$, mais

$$(A) \qquad t = \frac{x}{\varepsilon}\left(1 - \frac{x}{\varepsilon}\right)\left[-\frac{\varepsilon}{5} + x\left(1 - \frac{x}{\varepsilon}\right)\right].$$

Donc la solution serait rigoureuse si, sur le couronnement, on appliquait des forces tangentielles selon la loi (A). Or, si ces forces ne sont pas nulles sur tout le couronnement, elles s'annulent en quatre de ses points; de plus, elles sont en équilibre et leurs valeurs extrêmes sont comprises entre

$$t_1 = \frac{\varepsilon}{100} \quad \text{et} \quad t_2 = \frac{\varepsilon}{80},$$

c'est-à-dire que la plus grande vaut la pression d'une colonne d'eau ayant pour hauteur $\frac{1}{80}$ de l'épaisseur du mur. De pareilles forces, d'ailleurs en équilibre, ne peuvent pas influer d'une façon sensible sur la flexion du barrage et, par suite, la solution simple ci-dessus peut être considérée comme une approximation tout à fait satisfaisante.

» Comparons donc la pression verticale n qu'elle donne à celle n_r que fournirait la résistance des matériaux ou la règle du trapèze. Celle-ci

donnerait

$$n_r = ky + \frac{y^3}{\varepsilon^2}\left(\frac{2x}{\varepsilon} - 1\right), \qquad (1\ bis)$$

c'est-à-dire les deux premiers termes de l'expression (1) de n donnée ci-dessus. Ce qu'il importe de comparer, ce sont les maxima de n et de n_r dans une assise quelconque de profondeur y.

» L'expression (1 *bis*) linéaire donne le maximum de n_r sur le parement d'aval, soit pour $x = \varepsilon$, de sorte que

$$n_{r\max} = ky + \frac{y^3}{\varepsilon^2}. \qquad (a)$$

» Or, sur le parement d'aval, la valeur que donne (1) et que nous appellerons n'' est

$$n'' = ky + \frac{y^3}{\varepsilon^2} - \frac{y}{5}. \qquad (a')$$

» Sa valeur est moindre que celle (a) fournie par la résistance des matériaux, ce qui est rassurant dans l'emploi de celle-ci. La différence serait une pression d'eau égale à celle que donnerait le $\frac{1}{5}$ de la profondeur de l'assise considérée. De même, le minimum de n_r se trouve sur le parement d'amont, soit

$$n_{r\min} = ky - \frac{y^3}{\varepsilon^2}.$$

» La formule (1) donne pour cette valeur, que nous appellerons n',

$$n' = k - \frac{y^3}{\varepsilon^2} + \frac{y}{5} > n_{r\min}.$$

» Elle donne donc, pour le joint à l'amont, un *serrage* supérieur à celui qu'indique la résistance de matériaux, ce qui est encore rassurant dans l'emploi de celle-ci. Mais n' et n'' ne sont pas nécessairement les valeurs extrêmes de la pression n; celle-ci peut comporter un maximum ou un minimum en dehors des valeurs n' et n'' aux deux extrémités de chaque joint. Pour savoir s'il en est ainsi, prenons la dérivée de n par rapport à x; nous aurons, d'après (1),

$$\frac{\varepsilon}{y}\frac{\partial n}{\partial x} = -12\frac{x^2}{\varepsilon^2} + 12\frac{x}{\varepsilon} - \frac{12}{5} + 2\frac{y^2}{\varepsilon^2}.$$

» Les maximum et minimum sont donc donnés par l'équation

$$\frac{x^2}{\varepsilon^2} - \frac{x}{\varepsilon} + \frac{1}{5} - \frac{y^2}{6\varepsilon^2} = 0,$$

d'où

$$\frac{x}{\varepsilon} = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{20} + \frac{y^2}{6\varepsilon^2}}. \tag{4}$$

» Pour que ces deux valeurs donnent des points du barrage, il faut que la plus grande soit inférieure à 1 et la plus petite positive, ce qui exige que

$$\sqrt{\frac{1}{20} + \frac{y^2}{6\varepsilon^2}} < \frac{1}{2},$$

ou

$$\frac{y^2}{\varepsilon^2} < \frac{6}{5}, \qquad \frac{y}{\varepsilon} < \sqrt{\frac{6}{5}}.$$

» Dès que $\frac{y}{\varepsilon}$ dépasse la valeur $\sqrt{\frac{6}{5}}$, les valeurs n' et n'' sont les valeurs extrêmes de n, et, comme elles sont l'une et l'autre plus favorables que celles fournies par la règle du trapèze, on voit déjà qu'à des profondeurs un peu grandes l'emploi de cette règle ne peut pas offrir d'inconvénients au point de vue de la sécurité.

» D'autre part, si, pour $\frac{y}{\varepsilon} < \sqrt{\frac{6}{5}}$, on porte la valeur (4) dans l'expression (1) de n pour avoir les valeurs extrêmes de n, on s'assure facilement qu'elles ne sortent des limites de celles de n_r que près du couronnement, ce qui est sans inconvénient.

» On peut généraliser la solution en supposant qu'au sommet du mur agissent des forces ayant une résultante donnée. Si l'on appelle N et T les composantes de cette force, et M son moment par rapport au point milieu du couronnement, on n'aura qu'à ajouter aux expressions (1), (2), (3) de n, t, n_1 respectivement les quantités n', t', n'_1 ayant pour expressions

$$n' = \frac{N}{\varepsilon} + \frac{12(M + Ty)}{\varepsilon^3}\left(x - \frac{\varepsilon}{2}\right),$$

$$t' = \frac{6T}{\varepsilon}\,\frac{x}{\varepsilon}\left(1 - \frac{x}{\varepsilon}\right),$$

$$n'_1 = 0,$$

qui ne sont autres que ce que donne ici le problème de M. de Saint-Venant et aussi ce que donnerait la règle du trapèze.

» En résumé, pour le triangle, la résistance des matériaux donne les mêmes valeurs que la théorie mathématique de l'élasticité; pour le rectangle, elle donne des valeurs plus défavorables, par suite plus avantageuses au point de vue de la sécurité : donc, dans les deux cas, on peut la maintenir. S'ensuit-il que la même conclusion s'appliquerait aux cas réels comme étant intermédiaires entre ceux dont il vient d'être parlé? Cela est vraisemblable, sans être certain, et il n'en reste pas moins intéressant d'examiner d'autres cas. Nous avons traité la section trapèze par un procédé analogue à celui employé pour le rectangle. Enfin il y a lieu de s'occuper des effets calorifiques. Nous nous réservons de revenir sur ces sujets. »

MÉTALLURGIE. — *Recherches sur l'état où se trouvent le silicium et le chrome dans les produits sidérurgiques*. Note de MM. A. Carnot et Goutal.

« Nous avons exposé dans un précédent Travail (1) les résultats de nos recherches sur l'état des éléments qui se trouvent avec le fer et le carbone dans les produits de la sidérurgie, en prenant pour exemples les fontes et les aciers spéciaux, où ils entrent pour une proportion suffisante. Nous avons reconnu que plusieurs de ces éléments, le manganèse, le nickel, le cuivre, le titane, l'arsenic, s'y trouvent à l'état libre ou simplement dissous, tandis que d'autres y sont à l'état de combinaisons véritables, bien définies et dont nous avons pu fixer la formule; c'est ce qui arrive notamment pour le soufre, le phosphore, le tungstène, le molybdène.

» Nous avons aussi trouvé que le silicium et le chrome y sont combinés avec le fer, le manganèse et le carbone; mais la complexité de ces combinaisons nécessitait de nouvelles études, que nous avons poursuivies depuis cette époque.

» 1° Silicium. — Dans notre première Communication, nous avions signalé que les *ferrosiliciums* très peu manganésés renferment un siliciure de fer, dont la composition répond à la formule Si Fe (33,33 de silicium;

(1) *Comptes rendus*, séances des 19 et 26 juillet 1897.

66,67 de fer) et qui possède des propriétés assez remarquables : il résiste à l'action des acides dilués, à l'abri du contact de l'air; mais il est, au contraire, vivement attaqué par les solutions alcalines, même fort étendues, en fournissant un dégagement d'hydrogène et une dissolution de silicate.

» Nous avions aussi remarqué l'existence, à côté de ce siliciure de fer, d'autres combinaisons du silicium, que nous pouvons définir aujourd'hui avec plus de précision.

» A. En opérant sur du *ferrosilicium* pauvre en manganèse, que l'on soumet pendant quinze jours, à froid, à l'action de l'acide sulfurique très étendu (5 pour 100 de SO^4H^2), on obtient un résidu complexe, formé principalement de carbone, de siliciures divers et d'hydroxyde de silicium (qui provient lui-même, sans doute, d'une décomposition de certains siliciures).

» En reprenant ce résidu par une solution de potasse étendue et chaude, on fait disparaître l'hydroxyde de silicium et le protosiliciure de fer SiFe; il reste des hydroxydes de fer et de manganèse, qu'on dissout par l'acide sulfurique étendu, seul ou avec quelques gouttes d'eau oxygénée. On lave, on sèche et l'on calcine légèrement, enfin on sépare du résidu une partie attirable à l'aimant. L'analyse de cette partie magnétique montre qu'elle possède la composition d'un siliciure bimétallique $SiFe^2$ (20 de silicium, 80 de fer), car nous avons trouvé, dans deux expériences distinctes :

Silicium	19,75	19,86
Fer	79,93	79,87

» Le même composé avait été obtenu par M. Moissan, au four électrique.

» Ainsi, tandis que le siliciure monométallique SiFe se produit dans les hauts fourneaux, mais ne paraît pas avoir été obtenu au four électrique, le siliciure bimétallique $SiFe^2$ se produit dans l'un et l'autre cas.

» Mais il est à remarquer que ses propriétés ne sont pas des deux côtés entièrement les mêmes : celui du four électrique est inattaquable aux acides; celui des hauts fourneaux, obtenu à moins haute température au milieu d'une masse métallique, s'attaque, au contraire, assez facilement par les acides chauds, même dilués.

» B. En procédant d'une manière analogue sur des produits riches en manganèse et en silicium (*silicospiegels* à 20 pour 100 de Mn), on isole, avec

du carbone libre, un siliciure double de fer et de manganèse, qui, dans une série d'essais différents, a présenté les compositions suivantes :

Fer.....	68,25	68,60	68,80	69,15	71,22
Manganèse.....	15,10	14,70	16,30	16,80	14,58
Silicium.....	15,40	15,80	14,10	14,04	14,00

» La composition de ces divers composés est assez bien exprimée par la formule générale SiM^3, M représentant la somme des deux métaux : fer et manganèse.

» La présence d'une proportion importante de manganèse semble donc entraîner une modification très marquée dans la composition du siliciure métallique.

» C. La pulvérisation d'un certain nombre d'échantillons de *ferromanganèses*, dont la masse n'était pas sensiblement magnétique, nous a fait reconnaître qu'ils contenaient néanmoins des parties attirables à l'aimant. Ces parties étaient relativement pauvres en manganèse, mais beaucoup plus riches en silicium et en fer que l'ensemble du métal. Ainsi, trois échantillons de ferromanganèses avaient donné à l'analyse :

Fer.....	40,30	42,60	68,83
Manganèse.....	51,60	51,15	27,10
Silicium.....	0,55	1,04	0,95

» En promenant le barreau aimanté dans la poudre du métal, nous avons pu en extraire près de 3 pour 100 de parcelles attirables, où nous avons trouvé :

Fer.....	88,20	84,02	89,80
Manganèse.....	7,20	9,45	2,90
Silicium.....	3,95	6,44	6,50

» Ces parcelles, soumises successivement à l'action d'un acide très étendu, puis à celle d'une lessive de potasse et à celle d'un acide très dilué, ont laissé un résidu, qui n'est autre que le siliciure de fer bimétallique $SiFe^2$, précédemment étudié dans les ferrosiliciums peu manganésés.

» On peut donc conclure de ces différents essais que les produits sidérurgiques contiennent deux combinaisons du fer et du silicium, correspondant aux deux formules SiFe et $SiFe^2$; ils peuvent aussi, lorsqu'ils sont assez riches en manganèse, renfermer un siliciure de la forme SiM^3, dans lequel entre une assez forte proportion de manganèse.

» 2° Chrome. — Nos premières recherches avaient porté spécialement sur les aciers chromés, à cause de la difficulté d'attaque des *ferrochromes* par les acides. Plus récemment, nous avons réussi à faire cette attaque.

» A. Nous avons employé deux *ferrochromes*, où l'analyse nous avait donné :

	I.	II.
Fer.....	32,6	32,2
Chrome.....	57,6	59,1
Carbone.....	9,9	9,1

» En les soumettant à l'action de l'acide chlorhydrique pur pendant deux jours, à la température de 60°, nous avons obtenu des résidus insolubles, qui ont été purifiés au moyen d'une liqueur lourde de borotungstate de cadmium et ensuite attaqués par le bisulfate de potassium, suivant la méthode que nous avons exposée ailleurs (1).

» La composition trouvée est la suivante :

	I.	II.	Composition calculée pour $Fe^3Cr^9C^7$.
Fer.....	23,6	23,1	23,2
Chrome.....	65,2	65,4	65,2
Carbone.....	11,3	11,4	11,6

» Elle correspond d'une manière à peu près parfaite à la formule $Fe^3Cr^9C^7$, dont nous mettons la composition en regard de celle donnée par l'analyse directe.

» Cette formule $Fe^3Cr^9C^7$ peut s'écrire $CFe^3.3C^2Cr^3$.

» Or il faut remarquer que CFe^3 représente la composition de la cémentite; C^2Cr^3 est la composition trouvée par M. Moissan au carbure de chrome, qu'il a préparé au four électrique. Le composé existant dans les ferrochromes que nous avons examinés, produits dans les fourneaux métallurgiques, peut donc être considéré comme un mélange ou, beaucoup plus vraisemblablement, comme une combinaison de ces deux carbures.

» B. Les *aciers chromés*, à faible teneur, sont, comme nous l'avons déjà fait observer dans nos premières Notes (juillet 1897), attaqués facilement par les acides, même étendus et froids, lorsqu'ils sont très carburés, mais beaucoup plus lentement et plus difficilement, lorsqu'ils contiennent une

(1) A. Carnot, *Méthode d'analyse des fontes, fers et aciers*, p. 18; Dunod, 1895.

faible proportion de carbone. D'autre part, si l'on fait l'attaque par le chlorure double de cuivre et de potassium, tout le chrome reste dans le résidu insoluble, lorsque l'on a affaire à des aciers très carburés; mais ceux qui renferment peu de carbone abandonnent facilement à la dissolution une partie du chrome contenu.

» De là une difficulté très grande pour bien comparer les résidus laissés par des aciers chromés à faible et à forte teneur en carbone.

» Nous avons cependant obtenu des résultats assez nets dans les conditions suivantes :

» Deux échantillons d'aciers chromés contenant

L'un (I) :	Chrome....	2,35	Carbone.....	2,00
L'autre (II) :	Chrome....	2,01	Carbone.....	0,57

ont été traités à froid par l'acide chlorhydrique très étendu (7 pour 100 de HCl); ils ont laissé des résidus où l'analyse a trouvé :

	I.	II.	Composition calculée pour $Fe^9Cr^3C^5$.
Fer.....	70,10	71,05	69,9
Chrome.....	21,60	21,15	21,8
Carbone.....	8,10	7,60	8,3
Silicium.....	0,15	0,31	»

» La composition du n° I répond presque exactement à la formule $Fe^9Cr^3C^5$, qui peut s'écrire

$$3CFe^3.Cr^2C^3.$$

» La composition du n° II diffère peu de cette formule et l'écart observé s'explique bien en tenant compte de la présence du silicium, qui doit faire supposer celle d'un siliciure de fer dans les produits analysés ; si l'on calcule ce siliciure d'après la formule SiFe, il faut, pour 0,31 de silicium, retrancher 0,52 de fer; il faudrait retrancher 1,04 de fer d'après la formule $SiFe^2$. On retrouve alors très sensiblement les nombres mêmes de la formule calculée. Un échantillon de ferromanganèse légèrement chromé, contenant, pour cent, 18 de manganèse et 0,97 de chrome, a été attaqué par le chlorure de cuivre et de potassium : 7^{gr} de métal ont laissé $0^{gr},2982$ de résidu insoluble, dans lequel s'était concentrée la presque totalité du chrome de l'échantillon lui-même ($64^{mgr},4$ au lieu de $67^{mgr},9$).

» Or l'analyse de ce résidu a donné :

Fer	70,18
Chrome	21,63
Carbone	8,33

résultats qui conduisent de même à la formule

$$Fe^9Cr^3C^5 \qquad \text{ou} \qquad 3CFe^3.C^2Cr^3.$$

» Il est intéressant de constater qu'ici tout le chrome de l'échantillon se trouve à l'état de carbure uni au carbure de fer.

» La composition des résidus insolubles après dissolution de la masse ferreuse, dans le cas des aciers chromés à faible teneur, montre donc l'existence des mêmes carbures que dans les ferrochromes :

$$CFe^3 \qquad \text{et} \qquad C^2Cr^3;$$

mais les carbures de fer et de chrome paraissent s'unir entre eux dans des proportions différentes, suivant que le métal contient une forte ou une faible proportion de chrome.

» Dans le cas des ferrochromes, il y aurait 3 molécules de carbure de chrome avec 1 molécule de carbure de fer; dans celui des aciers faiblement chromés, 1 molécule de carbure de chrome serait unie à 3 molécules de carbure de fer. »

ZOOLOGIE. — *A propos des Crustacés brachyures et anomoures provenant des six dernières campagnes scientifiques effectuées par* S. A. le Prince de Monaco. Note de MM. **A. Milne-Edwards** et **E.-L. Bouvier**.

« De toutes les régions maritimes du globe, il n'en est pas une qui ait été aussi longuement et aussi méthodiquement explorée, au point de vue de la faune abyssale, que celle dont les limites atteignent la Méditerranée occidentale; les Canaries, les Açores et le golfe de Gascogne. Primitivement abordée, en quelques-uns de ses points, par le *Porcupine*, le *Challenger* et la *Gazelle*, cette région fut étudiée ensuite, à quatre reprises, par le *Travailleur* (1880-1882) et le *Talisman* (1883), puis parcourue, pendant dix années successives, par S. A. le Prince de Monaco, d'abord avec son yacht l'*Hirondelle* (1885-1893), ensuite avec un vapeur parfaitement outillé et aménagé, la *Princesse-Alice* (1894-1897). Soit dragages, soit

coups de chalut ou de fauberts, soit immersion de nasses, plus de 1300 opérations scientifiques ont été réalisées dans la région qui nous occupe, et les expéditions monégasques, pour leur part, en ont effectué près de 1000. On peut donc dire, sans être taxé d'exagération, que cette aire a été l'objet d'investigations fort approfondies, et, comme les procédés de capture ont été sensiblement les mêmes pendant toutes ces campagnes, il y a intérêt, croyons-nous, à comparer aux résultats acquis par les divers explorateurs jusqu'en 1888 les résultats obtenus par le Prince de Monaco durant les six dernières campagnes qu'il a entreprises, et pendant lesquelles il n'a pas effectué moins de 645 opérations scientifiques. C'est ce que nous allons tenter pour deux groupes de Crustacés décapodes, les Brachyures et les Anomoures, dont nous avons pu faire une étude minutieuse, grâce aux matériaux recueillis dans cette région par les expéditions françaises et monégasques.

» Parmi les nombreux exemplaires des deux groupes capturés par le Prince, au courant de ses dernières campagnes, nous n'avons trouvé qu'*une seule forme nouvelle,* le *Sympagurus Grimaldii,* crustacé qui doit être fort rare, car on n'en connaît, jusqu'ici, qu'un seul spécimen. En elle-même, cette espèce n'offre pas un intérêt particulier; mais, si l'on observe que les autres Paguriens du même genre sont tous, ou presque tous, localisés dans la région et que le Prince en a capturé, pour sa part, six espèces sur huit actuellement connues, on est en droit de penser que le genre *Sympagurus* offre, dans les eaux subtropicales de l'Atlantique oriental, une richesse de formes qu'il ne présente pas ailleurs. Et comme ce genre compte parmi les plus primitifs des Paguridés, peut-être pourra-t-on trouver, dans les observations qui précèdent, quelque moyen d'expliquer la distribution du groupe auquel il appartient.

» A ce premier fait, il faut en ajouter un autre de semblable importance. Le *Travailleur* et le *Talisman* avaient recueilli, dans l'Atlantique, des formes de Paguriens qui paraissaient lui être particulières et que caractérise une organisation spéciale des tubes sexuels. Ces Anomoures, auxquels nous avons attribué les noms de *Nematopagurus* et de *Catapaguroides,* n'ont jamais été signalés ailleurs, et l'*Hirondelle* n'en avait point capturé pendant sa première expédition; mais depuis, S. A. le Prince de Monaco les a recueillis en grand nombre; et nous nous trouvons ainsi, de ce fait, en présence de formes abondamment répandues dans une région spéciale de l'Atlantique et probablement propres à cette région. Or ces formes, bien que moins primitives que les *Sympagurus,* se caractérisent néanmoins par

un stade évolutif assez peu avancé; elles pourront dès lors servir, comme ces derniers, à jeter quelque lumière sur l'histoire des Paguriens.

» Parmi les autres animaux recueillis par le Prince depuis 1892, nous signalerons un certain nombre d'espèces fort rares et, jusqu'ici, inconnues ailleurs dans les océans : deux Paguriens assez voisins des précédents, l'*Anapagurus bicorniger* et l'*A. brevicarpus;* un joli Galathéidé oculifère, la *Galathea rufipes* et deux curieux Galathéidés aveugles, l'*Orophorhynchus Parfaiti,* espèce bizarre dont on ne connaissait jusqu'ici qu'un seul exemplaire, et la *Munidopsis aculeata;* un Dromidé primitif voisin des Homaridés, la *Dicranodromia Mahyeuxii;* un Dorippidé très rare, l'*Ethusina Talismani;* deux Cancériens, le *Xanthodes granosus* et le *Geryon longipes;* enfin un Macropodien, l'*Achaeus cursor,* dont le *Talisman* avait capturé quatre exemplaires.

» Quelle que soit l'importance de ces découvertes, il faut avouer qu'elle n'est pas en rapport avec le travail effectué. Tandis que, dans les premières campagnes, les formes inconnues abondaient, pour ainsi dire, à chaque coup de drague, dans les six dernières, avec un nombre d'opérations à peu près égal, on revoit sans cesse des formes déjà étudiées et c'est à grand'peine qu'on en obtient une nouvelle.

» Que conclure de ces faits, sinon qu'il n'y a pas lieu d'espérer de captures inédites bien nombreuses dans les abysses longuement et soigneusement explorées par les *méthodes actuellement en usage;* en modifiant ces méthodes, en s'efforçant d'en trouver de nouvelles, peut-être arriverait-on à des résultats inattendus. Telle est, croyons-nous, la conclusion qui découle de nos études.

» Il va sans dire que cette conclusion ne s'applique qu'aux deux groupes signalés plus haut; toutefois, il y a bien des raisons pour qu'elle convienne également à tous les groupes d'animaux marins dont les représentants sont d'une certaine taille et vivent, sur le fond, dégagés de tout limon, ce qui permet de les distinguer et de les recueillir facilement dans les produits ramenés à bord par le chalut, les fauberts ou la drague. Pour tous les autres animaux, au contraire, il faut s'attendre à des captures nombreuses et à des trouvailles du plus haut intérêt, comme on peut s'en convaincre en parcourant l'instructif travail de M. J. Bonnier sur les Edriophthalmes recueillis par le *Caudan,* au fond du golfe de Gascogne. Seulement, pour arriver à des résultats importants, le naturaliste à bord devra examiner de très près, souvent même à l'aide de la loupe, les matériaux que les engins lui auront apportés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides diméthylamido-diéthylamido-ortho-benzoyl et ortho-benzylbenzoïques, et quelques-uns de leurs dérivés.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Sous le nom d'*acide diméthylanilnephtaloylique*, M. H. Limpricht (1) vient de publier un Mémoire dans lequel l'auteur, sans paraître avoir pris connaissance de nos recherches antérieures (2), reproduit une partie des résultats obtenus par nous et déjà publiés, ainsi que d'autres qui ont été réalisés depuis.

» *Acide diméthylamidobenzoylbenzoïque.* — Dans notre première Communication, nous avons donné comme point de fusion de cet acide 199°. Mais nous avons constaté depuis qu'il cristallise au sein de l'eau avec de l'eau de cristallisation, les cristaux s'effleurissant facilement au contact de l'air.

» L'acide anhydre, chauffé à l'étuve à 120°, fond entre 203° et 204° (non corrigé). Comme M. Limpricht, nous avons observé qu'au sein de l'alcool éthylique il cristallise avec une molécule d'alcool pour donner des cristaux qui affectent la forme de losange.

» Au sein de l'alcool méthylique, il se dépose aussi avec une molécule d'alcool de cristallisation. Mais, phénomème assez remarquable, il ne forme pas de combinaison bien stable avec les alcools propylique et butylique.

» Le *sel de baryum* $C^{32}H^{28}O^6Az^2Ba + 2H^2O$ cristallise en aiguilles prismatiques d'un jaune pâle et légèrement dichroïques.

» Le *sel de magnésie* $C^{32}H^{28}O^6Az^2Mg + 6H^2O$ se présente sous la forme de gros cristaux jaunâtres et possédant également un léger dichroïsme.

» Le *chloroplatinate* $C^{32}H^{30}O^6AzH^2Cl^2 . PtCl^4 + 2H^2O$ cristallise en prismes orangés et transparents.

» *Action de la chaleur sur le sel de baryum.* — Soumis à la distillation sèche, ce sel fournit de la diméthylparamidobenzophénone fondant à 92°, et identique avec celle obtenue et décrite par Dœbner (3) sous le nom de *benzo-*

(1) *Liebig's Annalen*, t. CCC, p. 228.

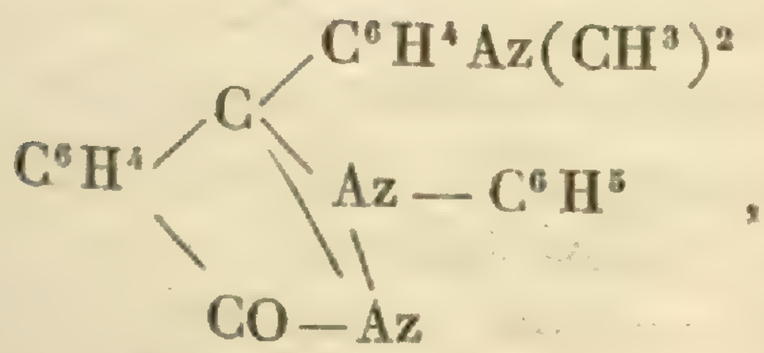
(2) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 204; *Ber. d. deut. chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 664; *Bull. Soc., chim.*, 3e série, t. XV, p. 551, et t. XVII, p. 582; *Chem. Central-Blatt.*, 5e série, t. II, p. 300; 1897.

(3) *Deut. chem. Ges.*, t. XIII, p. 2225; t. XIV, p. 1837.

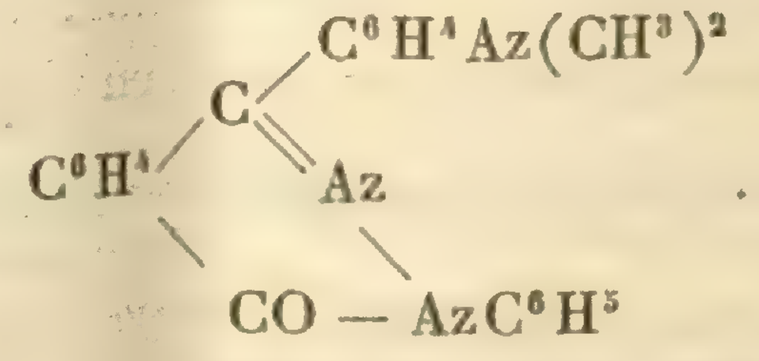
dimethylaniline

$$\left(C^6H^4\begin{cases}CO\,.\,C^6H^4Az(CH^3)^2\\CO^2\end{cases}\right)Ba + H^2O$$
$$= CO^3Ba + CO^2 + C^6H^5CO\,.\,C^6H^4Az(CH^3)^2.$$

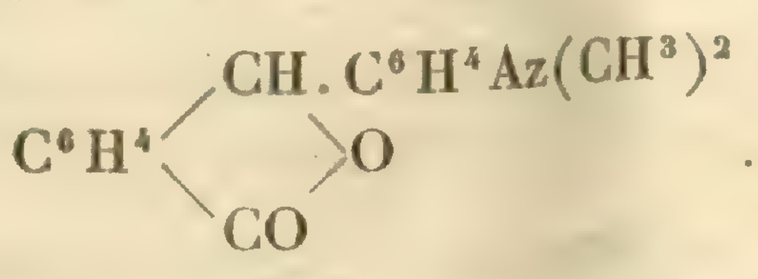
» *Action de la phénylhydrazine*. — Quand on chauffe à 130°, ou au sein de l'alcool, molécules égales d'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque et de phénylhydrazine, on obtient, après un traitement approprié, de belles aiguilles incolores, fondant à 158°, peu solubles dans l'alcool et l'éther, beaucoup plus solubles dans le chloroforme et la benzine. Dans ce dernier dissolvant, le corps cristallise en gros prismes, très brillants, renfermant du benzène de cristallisation et qui s'effleurissent rapidement à l'air. Ce corps résulte de l'union d'une molécule de phénylhydrazine avec une molécule d'acide, avec élimination de deux molécules d'eau. On peut lui assigner une constitution analogue à celle que M. W. Rour (1) a attribuée au produit de l'action de la phénylhydrazine sur l'acide benzoylbenzoïque. Toutefois, suivant que l'on envisage notre acide comme une lactone ou un acide cétone, le dérivé hydrazinique aura l'une ou l'autre des deux formules suivantes



,



» *Action des réducteurs sur l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque. Diméthylamidomonophénylphtalide ou diméthylanilinephtalide*



Ce dernier composé prend naissance quand on ajoute de l'amalgame de sodium à de l'eau tenant en suspension l'acide diméthylamidé. Ce corps se transforme peu à peu en son sel de sodium, tout en subissant une réduction. Celle-ci est terminée quand la liqueur, de jaune qu'elle était au début, est devenue incolore. A ce moment on filtre et l'on acidule par l'acide acé-

(1) *Deut. chem. Ges.*, t. XVIII, p. 803.

tique. Il se précipite des feuilles d'un blanc nacré qui, cristallisées dans le chloroforme, fondent à 188°.

» Ce produit est donc du *diméthylamidomonophénylphtalide* identique au corps obtenu par Ébert (1), par condensation de l'aldéhyde phtalique avec la diméthylaniline, en présence du chlorure de zinc.

» M. H. Limpricht a obtenu la même phtalide, en réduisant l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque par de la poudre de zinc et de l'ammoniaque.

» *Acide diméthylamidobenzylbenzoique* $C^6H^4\begin{cases}CH^2.C^6H^4Az(CH^3)^2\\COOH\end{cases}$. — Si l'on prolonge l'action de l'amalgame de sodium, ou mieux si l'on réduit l'acide avec de la potasse et de la poudre de zinc, on obtient, par une réduction plus profonde, l'acide diméthylamidobenzylbenzoïque. Ce composé fond à 174° et cristallise, dans l'acide acétique ou dans l'alcool, en gros prismes, ou en larges feuillets toujours un peu jaunâtres.

» L'*éther méthylique* correspondant $C^6H^4\begin{cases}CH^2.C^6H^4Az(CH^3)^2\\COOCH^3\end{cases}$, obtenu en saturant de gaz chlorhydrique une solution de l'acide dans l'alcool méthylique, cristallise en gros prismes, incolores et transparents, fondant à 62° et distillables sans décomposition. Ses solutions acétiques, traitées par du bioxyde de plomb, se colorent en violet intense, réaction qui semble prouver qu'il se forme l'hydrol correspondant $C^6H^4\begin{cases}CHOH.C^6H^4Az(CH^3)^2\\COOCH^3\end{cases}$.

» *Acide diéthylamidobenzoylbenzoïque.* — Nous avons déjà décrit cet acide dans notre première Note. Comme son homologue inférieur, ce composé possède une saveur sucrée et se dépose, à froid, de ses solutions dans les alcools méthylique et éthylique, en gros prismes renfermant une molécule de dissolvant. Exposées à l'air, les deux combinaisons s'effritent facilement et deviennent opaques. Elles ont respectivement la composition

$$C^6H^4\begin{cases}CO\,C^6H^4Az(C^2H^5)^2\\COOH\end{cases} + CH^3OH$$

et

$$C^6H^4\begin{cases}CO\,C^6H^4Az(C^2H^5)\\COOH\end{cases} + C^2H^5OH.$$

» L'acide anhydre fond à 180°.

(1) *Chem. Zeitung*, p. 2039; 1895.

» Condensé avec de la diéthylaniline en présence d'anhydride acétique ou de protochlorure de phosphore, cet acide donne naissance à de la *diéthylanilinephtaléine,* qui se présente sous la forme de beaux feuillets ou d'aiguilles fondant à 128°, assez peu solubles dans l'alcool et dans l'éther, beaucoup plus dans le chloroforme et dans la benzine.

» *Action des réducteurs sur l'acide diéthylaminobenzoylbenzoïque.* — Quand on réduit modérément cet acide, il donne, comme son homologue inférieur, une phtalide qui n'a pas été étudiée. Réduit par du zinc en poudre et de la soude, il se convertit en *acide diéthylaminobenzylbenzoïque;* cristallisé au sein de l'alcool, dans lequel il est très soluble à chaud, cet acide se présente sous la forme de tables épaisses, transparentes, d'un blanc sale. Quand on trouble la cristallisation, on obtient une poudre cristalline blanche fondant à 108°.

» *Acide diéthylamidométaoxyorthobenzoylbenzoïque*

$$C^6H^4\begin{cases}CO\,(1)-C^6H^3\begin{cases}OH\,(3)\\Az(C^2H^5)^2\,(4).\end{cases}\\COOH\,(2)\end{cases}$$

Signalé dans un brevet pris par la maison Bindschaedler, de Bâle (¹), ce corps prend naissance en condensant des molécules égales d'anhydride phtalique et de diéthylaminométaoxyphénol.

» Il se présente sous la forme de fines aiguilles blanches, souvent un peu colorées par de la rhodamine qui se produit en même temps. Il fond à 203°, en se décomposant, et est très peu soluble dans l'alcool, même à chaud.

» Réduit au moyen de la poussière de zinc et de la potasse, il se convertit en acide *diéthylaminométaoxybenzylbenzoïque*

$$C^6H^4\begin{cases}CH^2.C^6H^3\begin{cases}OH\\Az(C^2H^5)^2\end{cases}\\COOH\end{cases}$$

qui, après une première purification, est dissous dans l'acide acétique cristallisable, d'où on le précipite en petites aiguilles blanches fondant à 188°. Dans une prochaine Communication, nous donnerons la description des produits de condensation obtenus avec ces acides benzoylés et benzylés. »

(¹) *Moniteur scientifique,* Brevets, p. 154, 1896; p. 57, 1897.

CHIRURGIE. — *Des greffes autoplastiques obtenues par la transplantation de larges lambeaux dermiques. De leur stabilité et des modifications tardives qu'elles subissent;* par M. OLLIER.

« J'ai désigné sous le nom de *greffes autoplastiques* les greffes cutanées obtenues au moyen de larges lambeaux de peau découpés sur les parties saines, avec le bistouri ou le rasoir, et comprenant la plus grande partie ou la totalité de l'épaisseur du derme.

» Je les ai substituées, dès 1871, aux petites greffes épidermiques alors en usage et, dans une Communication que j'ai faite à l'Académie, en 1872 (1), j'ai expliqué en quoi elles différaient des opérations analogues pratiquées avant moi.

» Les greffes épidermiques de M. Reverdin, qui consistaient en un semis de lambeaux minuscules de 2^{mmq}, 3^{mmq} ou 4^{mmq}, avaient pour but de hâter la cicatrisation des plaies en multipliant les centres d'épidermisation. De chaque îlot d'épiderme transplanté partaient des expansions épidermiques qui rejoignaient bientôt les expansions des îlots voisins. La cicatrisation des plaies était incontestablement avancée par cette pratique, mais le résultat final était le même que dans la cicatrisation naturelle.

» Avec les grandes greffes autoplastiques j'ai poursuivi un but tout différent. J'ai voulu non seulement obtenir rapidement la guérison de la plaie en recouvrant toute sa surface en une ou deux séances, mais remplacer le tissu cicatriciel rétractile, produit inévitable de toute réparation des plaies par granulation, par une peau véritable, souple, non rétractile, ayant dès l'abord et conservant indéfiniment les caractères de la peau normale. J'ai voulu faire, en un mot, une véritable autoplastie et obtenir, au point de vue de l'avenir de la plaie, un résultat analogue à celui qu'on obtient dans les autoplasties par glissement ou par la méthode italienne.

» Des faits journellement observés ont, depuis longtemps, mis hors de doute la réussite de la greffe et la vitalité des grands lambeaux dermo-épidermiques et démontré les avantages de notre méthode au point de vue de la cicatrisation rapide des vastes plaies qui n'ont pas en elles-mêmes des conditions favorables pour leur réparation. Mais ce qu'on ne connaît

(1) *Comptes rendus,* avril 1872.

pas suffisamment, ce sont les résultats éloignés de ces greffes autoplastiques, soit au point de vue physiologique, c'est-à-dire au point de vue des modifications tardives qu'elles peuvent subir dans leur structure, soit au point de vue chirurgical, c'est-à-dire au point de vue de leur valeur définitive comme organe de protection et de délimitation. J'ai cependant déjà fait connaître des résultats datant de plus de quinze ans, qui m'avaient démontré la persistance et la stabilité de la greffe; mais les faits que j'ai publiés se rapportaient à des plaies peu étendues. Celui que j'apporte aujourd'hui me paraît de nature à compléter cette démonstration. Il fournit, du reste, des données nouvelles sur les modifications de forme et de volume des lambeaux et nous montre que ces lambeaux peuvent subir, dans certaines conditions, un accroissement notable.

» Il s'agit d'une plaie de forme ellipsoïdale, de 2^{dmq} environ, que j'ai recouverte au moyen de huit lambeaux cutanés, taillés sur la peau des membres sains du même sujet. Ces lambeaux furent appliqués sur la plaie en deux séances, à un mois de distance, pour pouvoir apprécier comparativement la valeur de la greffe, selon qu'on la pratiquait sur une surface fraîchement cruentée ou bien sur une plaie bourgeonnante déjà recouverte d'une couche régulière de granulations.

» Le sujet auquel se rapportent les dessins que je mets sous les yeux de l'Académie est âgé de 55 ans aujourd'hui. Je l'ai opéré en 1893. A l'âge de huit ans il était tombé sur une marmite d'eau bouillante. Le genou gauche s'enfonça dans le liquide qui se répandit sur la cuisse et la jambe. Il en résulta une vaste brûlure qui fut très longue à se cicatriser et ne se cicatrisa même jamais complètement à la face externe du genou. C'est sur cette partie, qui ne pouvait s'épidermiser, que se développa un cancroïde qui paraissait s'étendre profondément et pour lequel on avait proposé au malade l'amputation de la cuisse.

» Avant d'en venir à cette extrémité je voulus essayer l'ablation de la partie dégénérée et la réparation de la perte de substance par les greffes autoplastiques.

» Le cancroïde ayant été enlevé largement et poursuivi au delà de l'aponévrose dans un interstice musculaire je détachai avec un long bistouri, sur les cuisses du malade, six lambeaux de peau de 15^{cmq} à 20^{cmq} que j'étalai sur la plaie (en les rapprochant les uns des autres) de manière à en recouvrir les trois cinquièmes environ. Les lambeaux taillés en dédolant, la peau tendue avec les doigts, sont plus épais au centre qu'à la circonférence, à cause de la forme cylindrique du membre. Ils se rétractent immédiatement et diminuent de moitié environ par le fait de cette rétraction.

» Cette première opération fut faite le 27 novembre 1893. Tous les lambeaux se greffèrent parfaitement; aucune partie ne se mortifia sur les bords. Un mois après, quand la partie de la plaie laissée à nu fut recouverte d'une couche granuleuse, je

détachai sur la face dorsale de l'avant-bras deux longs lambeaux de 25^{cmq} à 28^{cmq} et je les étalai sur cette surface granuleuse. Ils prirent comme les premiers, et vingt jours après la cicatrisation était à peu près complète; les intervalles des lambeaux étaient comblés par des expansions épidermiques provenant des bords de ces lambeaux.

» Peu à peu cette nouvelle peau est devenue plus égale, plus uniforme. Les intervalles des transplants sont devenus de moins en moins apparents. On peut cependant les reconnaître toujours, comme le montrent les dessins pris à divers intervalles, et aujourd'hui, quatre ans et demi après la transplantation, il faut une grande attention pour déterminer les limites primitives des lambeaux, ce qui rend en certains points leur mensuration difficile.

» La coloration de la peau transplantée est devenue normale; elle présente encore cependant des nuances en rapport avec les régions sur lesquelles les transplants ont été pris. Ceux qui ont été taillés sur la face antérieure des cuisses sont plus blancs et plus glabres que ceux qui ont été empruntés à la face dorsale de l'avant-bras. Ces derniers sont plus pigmentés et plus poilus. Les poils ont continué de vivre ainsi que les glandes qui les accompagnent et dont les sécrétions conservent à la peau une douceur et une souplesse que n'ont pas les cicatrices.

» N'ayant pu examiner la structure histologique de ces lambeaux je puis seulement les apprécier au point de vue de leurs caractères macroscopiques et de leurs fonctions. Ils donnent au toucher la sensation d'une peau souple, douce au toucher, épaisse, glissant sur les tissus profonds, plus souple que la peau ancienne qui les entoure et qui avait été altérée par la brûlure subie quarante-deux ans auparavant. Au point de vue de la sensibilité, le sujet prétend sentir comme du côté opposé, mais il est difficile d'isoler la sensibilité propre de la peau de celle des tissus sous-jacents.

» Pendant longtemps nous avons fait protéger la partie opérée pour eviter les chocs et les frottements violents qui auraient pu ulcérer les lambeaux, mais aujourd'hui notre opéré ne prend plus de précautions spéciales. Il est vigneron et travaille la terre comme auparavant, mieux même, car ses mouvements sont plus libres, grâce à la suppression d'un tissu cicatriciel inextensible et à son remplacement par un tissu souple non rétractile qui ne limite pas, comme la cicatrice primitive, les contractions des muscles et, par suite, l'extension de l'articulation.

» La souplesse du nouveau revêtement cutané est la même partout, au niveau des dernières greffes comme sous les premières, c'est-à-dire au niveau de celles qui ont été implantées sur une membrane granuleuse et de celles qui ont été appliquées immédiatement sur la plaie fraîchement cruentée. Une fois recouverte par les lambeaux dermo-épidermiques, la couche granuleuse se résorbe ou s'assouplit. Il est donc inutile de l'enlever par le raclage, comme le pratiquait Thiersch, de Leipsig, à moins qu'elle ne soit trop épaisse ou mal organisée, c'est-à-dire qu'elle soit diffluente ou hémorragique, et encore, dans ces derniers cas, vaut-il mieux la modifier par des pansements astringents que de l'enlever par le raclage, qui expose à des hémorragies consécutives.

» En comparant les dessins qui représentent le résultat de l'opération à trois ans et demi de distance, on voit que les dimensions de la partie recouverte par les greffes ne sont pas les mêmes. L'espace comblé par la peau de formation nouvelle est sensi-

blement plus grand. Au lieu de se resserrer comme les pertes de substance réparées par les processus de la cicatrisation secondaire, l'espace qui représente l'ancienne plaie s'est agrandi, et plusieurs lambeaux sont manifestement plus grands qu'au moment de leur implantation. La peau nouvelle s'est surtout étendue dans le sens longitudinal du membre. Le diamètre longitudinal, qui était de 196^{mm} à 200^{mm}, est de 235^{mm} aujourd'hui. Le diamètre transversal maximum n'a gagné que 5 ou 6^{mm}.

» C'est là un fait nouveau dans la physiologie des lambeaux transplantés en chirurgie humaine, et il n'est pas sans intérêt d'en rechercher l'explication. Les lambeaux de peau transplantés à distance ou seulement déplacés dans des régions voisines sont soumis à une atrophie progressive et perdent toujours plus ou moins de leurs dimensions premières.

» C'est ce que l'on observe d'une manière saisissante après la rhinoplastie. Les nez refaits avec des lambeaux empruntés aux parties voisines s'atrophient toujours dans une mesure très sensible et, souvent, dans des proportions telles que, au bout de quelques années, un organe primitivement exubérant devient à peine suffisant pour boucher l'ouverture des fosses nasales.

» Si nous constatons un agrandissement de nos lambeaux, ce n'est pas à une hypertrophie propre, à une hyperplasie de leurs éléments anatomiques que nous devons l'attribuer. La transplantation n'augmente pas, surtout chez l'adulte, la vitalité des tissus transplantés; elle ne donne pas une nouvelle énergie à leurs propriétés végétatives. Il y a cependant, dans l'histoire de la greffe animale, des faits qui prouvent que la transplantation de certains tissus peut leur donner une énergie nouvelle; mais nous ne l'avons jamais observé sur l'homme, à titre définitif du moins. Et si dans le cas présent nous trouvons des lambeaux plus grands qu'au moment de leur transplantation, c'est à une autre cause que nous l'attribuons. Nous voyons là l'effet d'une cause physique. C'est l'extension de ces lambeaux par les tiraillements exercés sur eux dans les mouvements de la région, qui nous paraît expliquer l'agrandissement de leur surface.

» Qu'il y ait, sous l'influence de ces mouvements et de l'activité plus grande de la circulation, un peu d'hyperplasie interstitielle, c'est possible; mais je n'ai jamais vu un agrandissement appréciable des lambeaux cutanés en dehors de la cause que je signale. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1898.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Delalande-Guérineau. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Faye, Sarrau, Grandidier.

Prix Jérôme-Ponti. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Lœwy, Cornu, Darboux.

Prix Leconte. — MM. J. Bertrand, Hermite, Berthelot, Milne-Edwards, Cornu.

Prix Tchihatchef. — MM. Milne-Edwards, Grandidier, Bouquet de la Grye, Guyou, Marcel Bertrand.

Prix Houllevigue. — MM. J. Bertrand, Faye, Berthelot, Hermite, Milne-Edwards.

Prix Cahours. — MM. Friedel, Moissan, Troost, Berthelot, Ditte.

Prix Saintour. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Lœwy, Milne-Edwards, Friedel.

Prix Kastner-Boursault. — MM. Mascart, Cornu, Lippmann, Deprez, Becquerel.

Prix Estrade-Delcros. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Cornu, Wolf, Moissan.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **José Ruiz-Castizo** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Nouvel intégrateur général pour les trois ordres $\int y\,dx$, $\int y^2\,dx$, $\int y^3\,dx$; intégromètre cartésien à évaluation tangentielle. »

(Renvoi aux Sections de Géométrie et de Mécanique.)

M. **H. Klein** adresse un Mémoire « Sur la densité des liqueurs hydro-alcooliques simples ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **Stephan Emmens** adresse une Lettre relative à un projet d'expédition au pôle Antarctique.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** prie l'Académie de lui faire connaître son avis au sujet d'une proposition de loi modifiant l'heure nationale.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

ASTRONOMIE. — *Le retour de la première comète périodique de Tempel (1867 II) en 1898.* Note de M. **R. Gautier**, présentée par M. Lœwy.

« La deuxième comète de 1867 a été découverte par Tempel à Marseille, le 3 avril, et observée un grand nombre de fois cette année-là. Sa périodicité a été reconnue en premier lieu par Bruhns. Elle a été revue et observée en 1873 et en 1879. De 1867 à 1873, son mouvement a subi, sous l'action de Jupiter, de très fortes perturbations qui ont été calculées séparément par MM. Plummer, Seeliger et von Asten. La comète a été retrouvée en 1873, le 3 avril, par M. Stephan à Marseille. De 1873 à 1879, l'action perturbatrice de Jupiter a été faible, les deux astres ayant été constamment à une grande distance l'un de l'autre. La comète a été retrouvée le 24 avril 1879 par Tempel, à Arcetri (Florence), d'après l'éphéméride que j'avais calculée. Dans la période suivante, de 1879 à 1885, l'orbite de la comète a subi de nouvelles transformations sous l'action de Jupiter. Cette action s'est exercée sur les divers éléments toujours dans le même sens et, quoique les variations aient été prises individuellement, moins grandes que durant la période de 1867 à 1873, l'effet total a été tout aussi considérable. C'est ce qui résulte du Tableau suivant :

Époque	1867.		1873.		1879.		1885.
			Avril 15,0.		Avril 24,0.		Avril 12,0.
M.....	»		−4°5′24″,177		−2°10′2″,454		334°45′39″,69
T.....	1867 mai 23,7710		1873 mai 9,83096		1879 mai 7,15493		1885 sept. 25,765
ω.....	627″,1050		592″,9765465		593″,1200165		545″,0196
Ω.....	30°31′44″,3		27°33′22″,79		27°33′ 6″,69		23°54′39″,3
i.....	6.23.48,6		9.45.58,59		9.46. 2,64		10.50.24,5
Φ.....	101.12.13,4	1867,0	78.43.48,42	1873,0	78.45.55,66	1879,0	72.28.27,4
π.....	236. 3.10,6		238. 2.52,98		238.15.30,65		241.24.53,5

» Les éléments pour 1867 sont ceux qui, d'après un premier calcul, répondent le mieux à l'ensemble des observations de cette année-là. Ils n'ont pas encore été reliés, par un calcul *définitif* des perturbations, à ceux de 1873 et de 1879.

» Ceux-ci sont définitifs et je les ai obtenus comme conclusion à mon travail : *La première comète périodique de Tempel* 1867 II; Genève, 1888 (1). Les éléments pour 1885 sont ceux qui résultent du calcul des perturbations exercées par Jupiter sur le mouvement de la comète, de 1879 à 1885 (2).

» Les transformations des éléments de l'orbite qui sont ici les plus importantes sont celles du demi-grand axe et de l'excentricité. Le premier a constamment augmenté, tandis que la deuxième diminuait. Il en est résulté un accroissement graduel de la distance périhélie, circonstance très fâcheuse pour l'observation. Les chiffres suivants le montrent clairement :

Année.	Demi-grand axe.	Excentricité.	Dist. périhélie.	Dist. aphélie.
1867.	3,175	0,5080	1,562	4,788
1873-1879.	3,295	0,4626	1,771	4,820
1885.	3,483	0,4060	2,069	4,898

» La comète n'a pas été retrouvée en 1885. Peut-être son éclat intrinsèque avait-il diminué, comme il semble avoir diminué de 1873 à 1879. En tous cas, la distance à la Terre avait presque doublé depuis 1867 et, de plus, l'opposition de 1885 se présentait mal. Elle avait lieu en mars, six mois environ avant l'époque du passage au périhélie, à une distance 1,51 de la Terre. L'opposition suivante de 1892 se présentait mieux, en ce sens qu'elle a eu lieu peu de temps après que la comète eut passé à son périhélie. L'éphéméride que j'ai publiée pour ce retour était assez approchée, ainsi que je m'en suis assuré depuis. Plusieurs observateurs ont cependant cherché la comète dans la région où les calculs fixaient sa position, mais elle n'a pas été retrouvée en 1892.

» Pour préparer une éphéméride en 1898, le temps me manquait pour faire un calcul complet des perturbations subies par la comète depuis 1879. J'ai dû me borner aux calculs suivants qui représentent cependant une approximation suffisante pour le but poursuivi :

» 1° *Revision du calcul des perturbations durant la période de* 1879 *à* 1885. — Je suis parti cette fois des éléments définitifs pour 1879 qui avaient été obtenus postérieurement à l'époque du premier calcul. Il en est résulté

---

(1) *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, t. XXIX, n° 12, p. 110.

(2) *Astr. Nachrichten*, Vol. CXI, p. 241.

une légère diminution dans l'effet de l'action perturbatrice de Jupiter. Le retard amené par cette action dans l'époque du passage au périhélie, par exemple, a été raccourci de deux jours; il se chiffre encore par le nombre respectable de 146,5 jours.

» 2° *Calcul des perturbations durant la période de* 1885 *à* 1892. — J'ai employé, comme précédemment, la méthode de la variation des éléments et j'ai fait ce calcul à des intervalles de quatre-vingts jours. Cet intervalle est un peu grand, mais il se justifie par le fait que, Jupiter et la comète ayant été, durant toute la période, à grande distance l'un de l'autre, l'action perturbatrice de la planète a été peu accusée. Son effet principal a été un retard de cinq jours dans l'époque du passage au périhélie en 1892.

» 3° *Calcul des perturbations durant la période de* 1892 *à* 1898. — La durée moyenne de la révolution de la comète était de six ans, de 1873 à 1879. Elle a été portée depuis à six années et demie. Il en résulte qu'en 1892 Jupiter avait une assez grande avance en longitude sur la comète. La distance entre les deux astres n'est pas tombée au-dessous de trois fois la distance moyenne de la Terre au Soleil, tandis que, de 1867 à 1873, cette distance était descendue à 0,359, et à 0,546 de 1879 à 1885. Les modifications aux éléments durant cette période-ci n'ont donc pas été comparables à ce qu'elles avaient été durant les deux autres périodes. Le retard amené dans l'époque du passage au périhélie n'a été que de deux jours environ. Voici le Tableau des éléments les plus probables pour les trois oppositions de 1885, 1892 et 1898 :

Époque en temps moyen de Berlin.	1885. — Octobre 9,0.		1892. — Mai 5,0.		1898. — Septembre 11,0.	
M.....	$+2°16'50'',96$		$+5°25'7'',86$		$-3°28'8'',01$	
T.....	Septembre 23,9562		Mars 30,22677		Octobre 4,0116	
μ.....	$545'',805$		$545'',3200$		$542'',6836$	
φ.....	$23°57'25'',8$		$23°54'27'',0$		$23°41'58'',8$	
i.....	$10.48.17,7$	1885,0	$10.48.4,4$	1892,0	$10.47.14,0$	1898,0
Ω	$72.33.46,2$		$72.36.41,7$		$72.36.5,3$	
π.....	$241.14.14,4$		$241.24.52,6$		$241.16.3,8$	

» Au point de vue de l'observation, le retour de la comète en 1898 se présente presque dans les mêmes conditions que celui de 1885. L'opposition a déjà eu lieu le 12 mars dernier, lorsque la distance de la comète à la Terre était 1,56, tandis que le passage au périhélie aura lieu vers le 4 octobre.

» 4° *Calcul d'une éphéméride.* — Malgré ces circonstances défavorables, j'ai cependant tenu à calculer une éphéméride pour les mois prochains, où la comète sera encore en position d'être observée, à cause de l'importance qu'il y a à ce que l'on puisse obtenir quelques observations cette année. J'ai employé à cette effet les éléments suivants, osculateurs le 4 avril :

M	332°25'25",28	φ	23°.43'. 0",4	
T	Octobre 4,0116	*i*	10.47. 7,6	1898,0
μ	542",38726	☊	72.36.53,0	
		π	241.16.57,6	

» J'ai calculé, en outre, deux autres éphémérides en faisant varier de ± 8 jours l'époque du passage du périhélie de 1898. Ces trois éphémérides seront publiées dans les *Astronomische Nachrichten*.

» Le retour suivant de la comète aura lieu en 1905 et sera plus favorable pour l'observation; de même qu'en 1892, l'opposition concordera mieux avec l'époque du passage au périhélie. »

ARITHMÉTIQUE. — *Relations de commensurabilité entre les moyens mouvements des satellites de Saturne.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Appell.

« L'on doit à Lejeune-Dirichlet une méthode d'une élégance et d'une simplicité extrêmement remarquables pour établir le résultat essentiel, capital, de la théorie des fractions continues, sans avoir recours à cette théorie elle-même, et cette méthode ouvre la voie pour l'extension arithmétique de la théorie des fractions continues, pour l'étude également d'autres modes d'approximation des irrationnelles numériques qui jouent un rôle capital dans les parties élevées de la théorie des nombres et se présentent encore en Mécanique céleste.

» Soient α, α', α'', ... des irrationnelles; si l'on forme l'expression

$$\lambda_{m,m',m'',\ldots} = m\alpha + m'\alpha' + m''\alpha'' \ldots - N,$$

où N est le plus grand entier contenu dans la partie irrationnelle, et si l'on donne aux entiers m, m', m'', ... les valeurs

$$m = (0, 1, 2, 3, \ldots, g),$$
$$m' = (0, 1, 2, 3, \ldots, h),$$
$$m'' = (0, 1, 2, 3, \ldots, k),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

on voit immédiatement que l'une des quantités λ sera inférieure à

$$\frac{1}{(g+1)(h+1)(k+1)\ldots-1}.$$

» Déjà, par cette méthode, il est malaisé de voir pour une quantité irrationnelle α les propriétés des *réduites* successives; aussi ne peut-elle remplacer entièrement la théorie des fractions continues, mais elle la complète avantageusement; car si, d'une part, elle rencontre là sa limite, elle ouvre, par ailleurs, une voie fertile et féconde pour généraliser à plusieurs inconnues et aborder d'autres questions d'approximation sur lesquelles la théorie des fractions continues n'a aucune prise.

» L'une des applications de cette méthode sera précisément la recherche des relations de commensurabilité entre les moyens mouvements planétaires, si importants pour l'étude des inégalités à longue période; on sait, du reste, l'usage que fit Laplace d'une pareille relation à trois termes dans son admirable *Théorie des satellites de Jupiter*, et Tisserand a pu donner une remarquable théorie d'Hypérion, le satellite de Saturne, en utilisant également une relation de commensurabilité qui existe entre les moyens mouvements de deux des satellites, Hypérion et Japet (*Bull. astr.*, t. III, p. 425).

» En cherchant à obtenir des relations de récurrence, en quelque sorte, pour les réduites successives dans le cas de plusieurs variables, c'est-à-dire des relations entre les nombres $m, m', m'', \ldots$, qui interviennent pour les approximations successives et que l'on peut, manifestement, supposer positifs ou négatifs, nous avons été conduit à faire quelques remarques qui pouvent abréger les essais et les rendre abordables. En particulier, pour les huit satellites de Saturne nous avons pu obtenir des milliers de relations de commensurabilité approchées, sans cependant qu'elles doivent intervenir dans des termes trop élevés de la fonction perturbatrice. A cet effet, les valeurs suivantes ont été adoptées pour les moyens mouvements :

Moyen mouvement.		Autorité.
Mimas...	$N_1 = 381'',995\,24$	H. Struve, A.N. n° 2983.
Encelade.	$N_2 = 262,731\,55$	» »
Thétis...	$N_3 = 190,697\,96$	» »
Dioné....	$N_4 = 131,534\,99$	» 1er Suppl. aux observations de Poulkovo.
Rhéa	$N_5 = 79,690\,14$	» A.N. n° 2945.
Titan....	$N_6 = 22,577\,048$	» 1er Suppl. aux observations de Poulkovo.
Hypérion.	$N_7 = 16,919\,364$	Asaph Hall., A.N. n° 2263.
Japet	$N_8 = 4,538\,042$	Tisserand, Ann. de Toulouse, t. I, p. 51.

» Ne pouvant indiquer ici que très rapidement quelques relations, nous en prendrons qui contiennent le moyen mouvement d'Hypérion, dont la théorie complète a été mise au concours par l'Académie.

» Hypérion - Titan - Japet :

$$4N_7 - 4N_6 + 5N_8 = +0{,}059 \qquad 12N_7 - 10N_6 + 5N_8 = -0{,}048$$
$$28N_7 - 24N_6 + 15N_8 = -0{,}036$$
$$15N_7 - 3N_6 - 41N_8 = -0{,}0004 \qquad 8N_7 - 7N_6 + 5N_8 = +0{,}006$$

» Hypérion - Rhéa - Thétis :

$$N_7 - 5N_5 + 2N_3 = -0{,}135$$

» Ou bien encore à quatre éléments :

$$N_7 - 7N_6 - 4N_8 + 2N_5 = +0{,}108 \qquad 3N_7 + 7N_6 - 4N_8 - N_3 = -0{,}053$$
$$18N_7 - 15N_6 + 10N_5 - 4N_3 = +0{,}002 \qquad 11N_7 - 9N_6 + 5N_5 - 2N_3 = -0{,}026$$
$$24N_7 - 18N_6 + 2N_4 - N_2 = +0{,}016 \qquad 2N_7 + 7N_6 + 3N_3 - 2N_1 = -0{,}019$$

et tant d'autres que l'on peut obtenir, soit directement, soit en combinant les relations déjà obtenues. Mais, si nous prenons, par exemple, les relations

$$3N_7 - 2N_6 - N_8 = +1{,}066$$
$$4N_7 - 2N_6 - 5N_8 = -0{,}167$$
$$N_7 - 4N_8 = -1{,}233$$

il est clair qu'elles ne sont pas indépendantes et, dans la quantité de relations déjà obtenues, le point délicat est de connaître précisément quelles sont celles qui sont réellement indépendantes, si l'on veut trouver, dans le cas actuel, les propriétés récurrentes des solutions approchées en nombres entiers de toutes ces équations linéaires simultanées. »

PHYSIQUE. — *Réponse à une réclamation de priorité de* M. Marqfoy. Note de M. **Daniel Berthelot.**

« M. Marqfoy relève dans un travail récent, où j'ai proposé une méthode purement physique pour la détermination des poids atomiques, l'une des premières phrases, dans laquelle je rappelle que « le poids moléculaire » d'un gaz est proportionnel au produit de sa densité par son volume mo-

» léculaire » et observe qu'il a donné un énoncé analogue dans son Livre *Théorie nouvelle de la Chimie* (1897).

» Cet énoncé ne m'est propre en aucune manière, pas plus qu'à M. Marqfoy. C'est une simple définition, puisque la densité d'un corps est précisément le quotient de son poids par son volume.

» Quant au fait que les volumes moléculaires des divers gaz ne sont pas rigoureusement égaux dans les conditions moyennes de température et de pression et que, par suite, les lois de Gay-Lussac sur les combinaisons gazeuses sont simplement approchées, c'est une vérité connue depuis longtemps et qui résulte immédiatement de l'écart que l'on constate entre les densités expérimentales des gaz et leurs densités théoriques.

» Le point nouveau que j'ai mis en lumière, c'est qu'il suffit de joindre à la connaissance de la densité d'un gaz, au voisinage de 0° et de la pression atmosphérique, la connaissance de sa compressibilité dans les mêmes conditions, pour en déduire son poids moléculaire et les poids atomiques de ses composants, avec une rigueur égale et parfois supérieure à celle des meilleures expériences chimiques.

» Non seulement il n'y a rien d'analogue dans l'Ouvrage de M. Marqfoy, mais les principes sur lesquels je m'appuie, comme les conclusions auxquelles j'arrive, sont en contradiction absolue avec ses idées.

« L'hydrogène, dit-il, s'écartant de la loi de Mariotte, il faut aux très » faibles pressions plus de deux volumes d'hydrogène pour se condenser » avec un volume d'oxygène » (page 97, *Remarque métaphysique sur la formation de l'eau*). C'est la négation même du principe dont je suis parti.

» Il consacre plus de 60 pages de son Livre (XII^e^ Partie) à démontrer que l'hypothèse d'Avogadro est radicalement erronée et qu'il est impossible de déduire les poids moléculaires des densités gazeuses. Il conclut (p. 453) que « les formules de la Chimie, étant presque toutes établies d'après cette » inexactitude, sont presque toutes à rectifier ».

» D'après lui, le poids moléculaire de l'hydrogène est égal à 1, celui de l'oxygène à 2, celui du carbone à 3, celui du soufre à 11, etc.

» Sa conclusion générale, prévue *a priori* (*Merveilleux procédé de création*, p. 7) et retrouvée après de longs calculs (p. 494), est la suivante : « Les soixante-trois premiers nombres premiers de la série naturelle des » nombres de 1 à 300 sont les équivalents des corps simples de la Chimie. » Cette coïncidence prodigieuse fait éclater la vérité de l'hypothèse de » l'unité de la matière. »

PHYSIQUE. — *Sur les radiations émises par le thorium et ses composés.* Note de M. **G.-C. Schmidt**, présentée par M. Lippmann.

« Le thorium et ses composés émettent des radiations analogues aux rayons uraniques découverts par M. H. Becquerel. J'ai signalé ce fait dès le 4 février 1898 à la Société de Physique de Berlin. Depuis, Mme S. Curie a retrouvé le même fait de son côté, et l'a fait connaître à l'Académie des Sciences. Je demande donc la permission de présenter à l'Académie quelques-uns des résultats numériques que j'avais obtenus.

» Un plateau en fer bien isolé communique avec un électromètre de Hallwachs. Au-dessus se trouve une toile métallique chargée à 500 volts. On observe la vitesse de charge de l'électromètre, le plateau de fer étant tantôt vide tantôt chargé d'une substance active. J'ai obtenu les nombres suivants :

	Signe de la charge.	Nombre de minutes. 1.	2.	3.	4.
Plateau vide		16	32	52	75
Citrate d'uranium.....	+	63	123	»	»
	−	65	131	»	»
Nitrate d'uranium	+	95	166	»	»
	−	90	152	»	»
Oxyde de thorium	+	90	156	»	»
	−	102	181	»	»
Sulfate de thorium.....	+	40	81	124	»
	−	60	98	134	»
Nitrate de thorium.....	+	43	89	126	»
	−	42	82	110	»

» Le signe de la charge est indifférent. L'effet se produit même au travers d'une feuille mince d'aluminium. »

PHYSIQUE. — *Sur les cycles de torsion magnétique d'un fil d'acier.* Note de M. **G. Moreau**, présentée par M. J. Violle.

« I. Un fil d'acier simplement écroui, qui n'a jamais été tordu, placé suivant les lignes de force d'un champ magnétique et tordu de + T degrés,

a une torsion magnétique qui suit les mêmes lois que celles du fer doux (¹). Elle est indépendante de la direction du champ et cesse avec lui. Elle change de sens de part et d'autre du champ avec un maximum sur chaque bord.

» En un point d'un fil et pour un champ donné, la courbe de torsion magnétique en fonction de T, appelée *courbe primaire*, est rectiligne pour les faibles torsions élastiques T. Elle s'infléchit ensuite rapidement et tend vers une direction parallèle à l'axe des T, après un *maximum* peu différent de la valeur limite t_m correspondant aux grandes torsions. Son *inclinaison primaire* Γ à l'origine est caractéristique de la composition chimique de l'acier. Elle est plus petite que celle du fer doux et peut servir à la mesure du module d'élasticité du fil.

» II. D'un point quelconque A (torsion élastique $+$ T) de la courbe primaire, on obtient, par détorsion lente jusqu'en T′, un parcours descendant ABA′ qui traverse l'axe OT en B, tel que $OB = T_r$ définit la torsion résiduelle primaire du fil tordu à $+$ T. En retordant le fil de T′ à $+$ T, on décrit un parcours montant A′B′A qui fixe avec le premier un cycle entre $+$ T et T′. Les deux côtés du cycle présentent en B et B′ (points où ils rencontrent OT) un point d'inflexion et une allure *rectiligne* différente de l'inclinaison primaire Γ et fonction des torsions $+$ T et T′, limites du cycle.

» Ils se raccordent tangentiellement en A et A′ et ne sont superposables par rotation des axes que si $T' = -T$.

» A l'intérieur du premier cycle on fixera une infinité d'autres cycles ayant comme origines les points des parcours précédents. On pourra donc tracer dans le plan (t_m T) une infinité de courbes montantes et descendantes dont voici les propriétés :

» *a*. A toute courbe montante correspond une courbe descendante symétrique par rapport à l'origine;

» *b*. En tout point d'une courbe montante, la courbe descendante qui en part lui est tangente;

» *c*. Par chaque point B de l'axe des torsions élastiques OT, on peut faire passer une infinité de courbes montantes et descendantes. L'inclinaison de ces courbes varie entre une limite inférieure I_i, commune à tous les points B et une limite supérieure I_s, qui tend vers l'inclinaison primaire Γ pour les points voisins de l'origine, et vers I_i pour les points éloignés. A l'origine, les courbes montantes et descendantes sont deux à deux superposées.

(¹) *Comptes rendus*, 7 février 1898.

» *d*. Pour les fils d'acier de diamètres différents, l'inclinaison primaire Γ est la même, ainsi que l'inclinaison limite. Ces deux inclinaisons très inégales ($\Gamma = 7$, $I_l = 2,4$ pour cordes de piano de $0^{cm},75$ de longueur et de diamètres $0^{cm},06$, $0^{cm},07$, $0^{cm},075$) caractérisent, dans un champ donné, deux états moléculaires du même acier.

» III. Pour deux champs magnétiques différents, les courbes montantes et descendantes du même fil ont des inclinaisons dont le rapport *constant* est uniquement fonction des champs. Ce résultat me paraît établir que *les constantes élastiques d'un fil tordu ne sont pas modifiées par l'action magnétique* qui caractérise simplement l'état de torsion du fil.

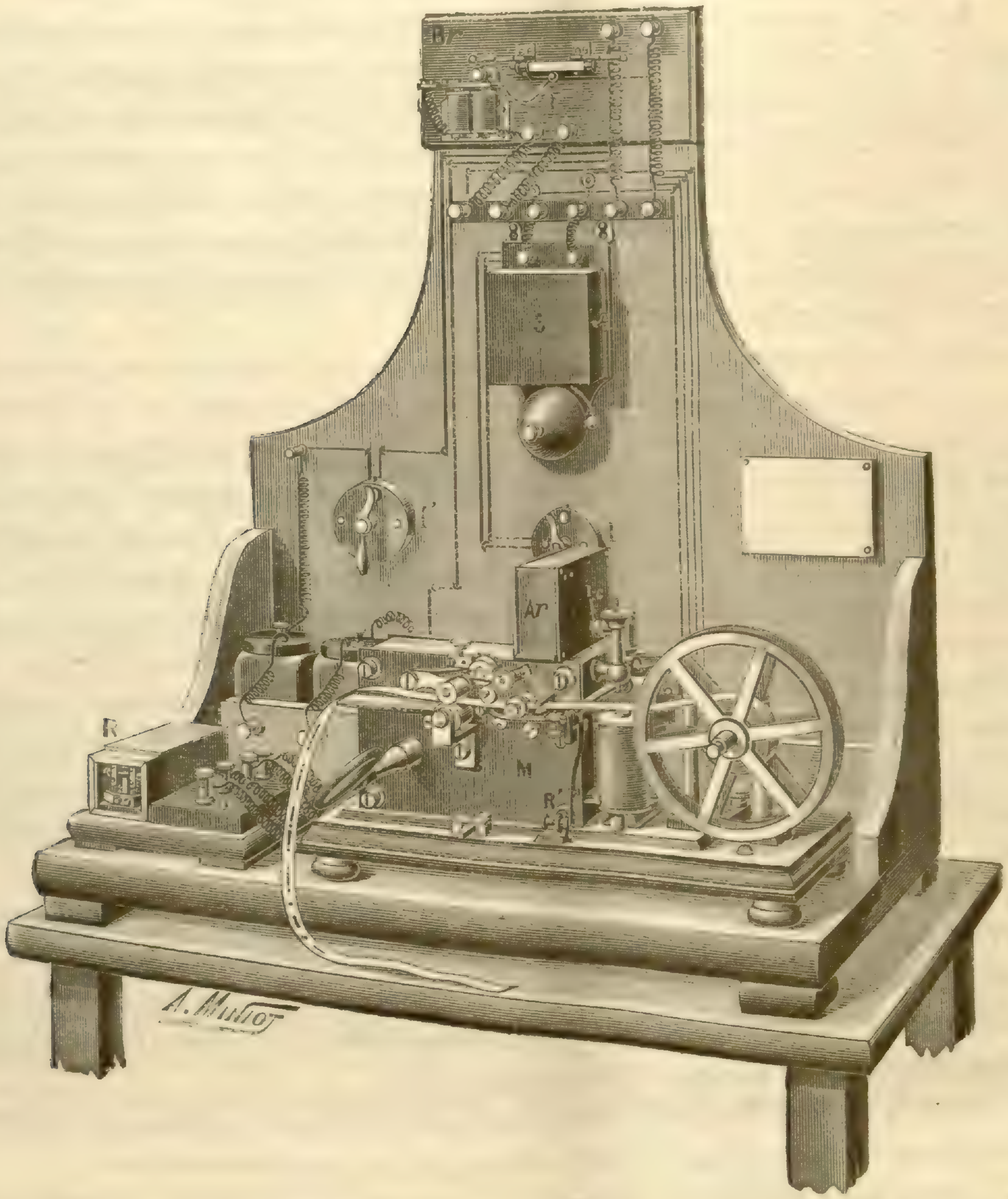
» IV. Le fer doux et l'acier fortement recuit présentent le même système de courbes que l'acier écroui. L'inclinaison limite, atteinte dès les premières torsions élastiques, diffère peu de l'inclinaison primaire. L'acier trempé a des propriétés intermédiaires. L'inclinaison Γ est la même que pour un acier écroui de même composition chimique, mais son inclinaison limite en diffère : la différence $\Gamma - I_l$ sera d'autant plus petite que l'acier aura été plus recuit et *caractérisera le degré du recuit*. La position moyenne de l'acier trempé entre le fer doux et l'acier écroui s'explique quand on remarque que la trempe et le recuit font disparaître en partie la cristallisation d'un acier.

» Pour les corps étudiés, on peut rapprocher les courbes de torsion magnétique des courbes *typiques* ou *caractéristiques* définies par MM. Brillouin et Bouasse pour la torsion élastique pure. Elles permettent en outre, ainsi que je le montrerai prochainement, de suivre pas à pas les déformations permanentes d'un fil qui a subi une série quelconque de torsions et détorsions. »

ÉLECTRICITÉ. — *Poste récepteur pour la télégraphie hertzienne sans fils.* Note de M. **E. Ducretet**, présentée par M. Wolf.

« En 1895, M. le Professeur A. Popoff a décrit et réalisé un appareil enregistreur des ondes électriques produites soit par les perturbations atmosphériques, soit par un oscillateur de Hertz, en vue de la réception, à grande distance, de signaux intermittents lancés ainsi dans l'espace. A cette époque, dans ses publications et ses présentations aux Sociétés savantes russes, M. Popoff avait montré que son appareil pouvait être pratiquement employé par la Marine pour la transmission des signaux. Le sys-

tème imaginé et employé par M. Popoff peut être ainsi résumé : les ondes électriques intermittentes émises à distance par l'oscillateur arrivent au tube à limaille de M. Branly; celui-ci devient conducteur et ferme, par suite, le circuit d'un relais qui commande l'appareil enregistreur; en même



temps, automatiquement, un petit marteau frappe sur le tube Branly. Sous l'action de ce choc la conductibilité du tube à limaille disparaît et tout reprend l'état primitif jusqu'à ce qu'une nouvelle onde frappe le *radioconducteur :* c'est le nom que M. Branly a donné à ses tubes à limaille; ils con-

stituent des *révélateurs* extrêmement sensibles, même à grande distance, de courants induits.

» Le *poste récepteur* que j'ai l'honneur de présenter comprend les mêmes organes mais avec des dispositifs qui me sont personnels. La figure ci-contre montre l'ensemble des appareils fixés sur un support unique.

» En Br se trouve le *radioconducteur Branly* avec son frappeur automatique F. Mon modèle ne comporte pas de tube de verre et les cylindres intérieurs, entre lesquels se trouve la limaille métallique, sont réglables. L'action de l'air extérieur sur la limaille est évitée dans la construction de ce tube spécial. Ainsi que l'a indiqué M. Popoff, il est nécessaire de mettre en communication une des électrodes du radioconducteur avec un fil vertical fixé sur un mât: l'autre électrode est mise à la terre. Ces conducteurs forment capacité électrique.

» Notre *relais sensible,* mis dans le circuit du radioconducteur, est en R. Il est à armatures polarisées placées sur un axe horizontal, et équilibrées. Ce relais commande un *enregistreur télégraphique* à *signaux Morse* M; mais mon modèle est *automatique* et c'est surtout en vue de son application à la télégraphie hertzienne que j'ai réalisé ce dispositif qui a une réelle importance. Il est évident que le récepteur Morse, par suite de la sensibilité du *radioconducteur* Br, recevra toutes les ondes électriques susceptibles d'agir sur le tube à limaille Br : que ces ondes soient d'origine atmosphérique ou qu'elles soient lancées à distance par un oscillateur-transmetteur, ou par toute autre source, elles agiront sur une sonnerie d'appel S placée près ou loin du récepteur, et il faudra un employé télégraphiste en permanence pour faire dérouler le morse à chaque appel et l'arrêter ensuite lorsque les ondes cessent de se manifester.

» En rendant le *morse automatique,* je supprime la présence obligatoire du télégraphiste pour la réception des signaux. Seul, de lui-même, le morse fait dérouler son papier dès qu'un appel se fait entendre et il s'arrête également de lui-même dès que ces ondes cessent. Un espace blanc sépare chaque dépêche ou chaque réception d'ondes.

» Pour la télégraphie ordinaire et surtout pour celle hertzienne l'importance de cette application ne peut échapper aux expérimentateurs.

» Les signaux lancés dans l'espace se font par successions d'émissions d'ondes, par longues et par brèves, qui constituent les signaux conventionnels à transmettre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique des solutions de permanganate de potassium*. Note de **M. G. Bredig.**

« A la page 1025 du Tome CXXVI des *Comptes rendus* M. Legrand déclare ne pas avoir trouvé dans la littérature de données numériques sur la conductibilité des solutions de $KMnO^4$. Je crois pouvoir dire ici qu'il y a quelques années déjà j'ai fait des mesures de cette espèce, les résultats ont été publiés dans la *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. XII, p. 233 (1894); t. XIII, p. 217 (1894). MM. Franke et Lovén ont fait également des recherches analogues : voir la même Revue, t. XVI, p. 475 (1895) et t. XVII, p. 376 (1895). »

M. le **Secrétaire perpétuel** fait remarquer que la conductibilité des dissolutions de permanganate de potassium a été mesurée en 1884 par M. Bouty pour des concentrations de $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{1000}$ et $\frac{1}{4000}$ [*Sur la conductibilité électrique des dissolutions salines très étendues* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III; p. 446, 1884)].

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Effets des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère. Exemple de l'application des formules*. Note de **M. A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Appliquons les formules de la variation de la pression (1) à la latitude $\lambda = +60^\circ$, la déclinaison solaire étant $\pm 20^\circ$ (été ou hiver), le méridien pris pour origine étant toujours celui du Soleil au moment de la phase.

» On trouve, pour l'effet uniforme de l'attraction solaire :

$$\Sigma = S'(\pm 0{,}87 \times 0{,}34 + 0{,}50 \times 0{,}94 \cos\alpha)$$
$$\Sigma = S'(\pm 0{,}30 + 0{,}47 \cos\alpha),$$

(1) Voir *Comptes rendus*, nos 14 et 16 (4 et 18 avril 1898). Même légende.
Les valeurs de Σ, ou diminution de la pression, sont données aux pages 1054 et 1055.

soit au méridien d'origine, et à midi et minuit dudit :

	Midi.	Minuit.
En été	$+0,77\,S'$	$-0,17\,S'$
En hiver	$+0,17\,S'$	$-0,77\,S'$

» Le premier terme du coefficient de S′, ou terme en sinus, est l'effet moyen du progrès de la saison sur le parallèle. Le second terme, ou terme en cosinus, correspond à la rotation terrestre; les écarts sur la moyenne du parallèle, en la durée du jour, y sont donnés par une sinusoïde, établie avec le rayon $0,47\,S'$ sur l'abscisse à la hauteur $\pm 0,30\,S'$. On a l'onde développée en reportant ces écarts sur le développement du parallèle.

» Il faudrait ajouter « l'onde d'échauffement », spéciale et variable, laquelle peut être déduite de la comparaison de la sinusoïde avec la variation barométrique diurne du lieu et de la saison.

» Pour l'action lunaire, on a

à NL.....	$\Sigma = L'(0,87 \sin \delta_L + 0,50 \cos \delta_L \cos \alpha)$
à PQ.....	$\Sigma = L'(0,87 \sin \delta_L - 0,50 \cos \delta_L \sin \alpha)$
à PL.....	$\Sigma = L'(0,87 \sin \delta_L - 0,50 \cos \delta_L \cos \alpha)$
à DQ.....	$\Sigma = L'(0,27 \sin \delta_L + 0,50 \cos \delta_L \cos \alpha)$

» Si l'on néglige le déplacement du méridien d'origine et qu'on le prenne arbitrairement, on a, en appelant φ l'angle (en sens inverse) du méridien de la Lune avec ce méridien arbitraire, la formule générale approximative

$$\Sigma = L'[0,87 \sin \delta_L + 0,50 \cos \delta_L \cos (a - \varphi)].$$

» Le terme en sinus correspond à l'effet, sur la moyenne barométrique du parallèle, du progrès de la révolution tropique au moment où la déclinaison est δ_L. Les écarts à cette moyenne, ou plutôt à la spire sinusoïdale $0,87 \sin \delta_L$, sont, pendant la rotation, donnés par une pseudo-sinusoïde, où le rapport du rayon à employer à la longueur du parallèle parcouru varie avec la valeur absolue de la déclinaison lunaire (¹).

(¹) La définition géométrique de la courbe serait difficile et sa représentation analytique compliquée.

En somme, il y a dans l'onde lunaire :

Une forme générale en ondulation simple, résultant du fait que l'action instantanée change de signe d'un côté du globe à l'autre;

Des modifications continues commandées par les différentes révolutions lunaires, de durées incommensurables entre elles et avec celle de la rotation terrestre, modifica-

» On aurait, approximativement, sur un point quelconque du parallèle, à midi et minuit du lieu, la déclinaison lunaire étant $\pm 20^{o}$:

A midi.	A minuit.
$\Sigma = L'(\pm 0,30 + 0,47 \cos\varphi)$,	$\Sigma = L'(\pm 0,30 - 0,47 \cos\varphi)$.

» Et, en combinant les attractions des deux astres,

	Midi.
Au jour de NL.....	$\Sigma = (S' + L')(\pm 0,30 + 0,47)$
» de PL.....	$\Sigma = \pm 0,30(S' + L') + 0,47(S' - L')$

	Minuit.
Au jour de NL.....	$\Sigma = (S' + L')(\pm 0,30 - 0,47)$
» de PL.....	$\Sigma = \pm 0,30(S' + L') + 0,47(L' - S')$

» Soit, pour δ_s et δ_L égales toutes deux à + 20,

	Midi.	Minuit.
Au jour de NL...	$\Sigma = 0,77(S' + L')$	$\Sigma = -0,17(S' + L')$
» de PL...	$\Sigma = 0,77S' - 0,17L'$	$\Sigma = 0,77L' - 0,17S'$

et pour δ_s et δ_L égales à -20^{o}

Au jour de NL...	$\Sigma = 0,17(S' + L')$	$\Sigma = -0,77(S' + L')$
» de PL...	$\Sigma = 0,17S' - 0,77L'$	$\Sigma = 0,17L' - 0,77S'$

» On voit qu'à cette latitude :

» Pour une déclinaison de $+ 20^{o}$ aux deux astres

à NL, la baisse barométrique sous les deux astres est plus forte que la hausse à l'opposé, dans le rapport de 77 à 17 ;

à PL, la baisse barométrique, de part et d'autre sous chacun des deux astres, est relativement plus forte que la hausse aux opposés, dans le même rapport ;

» Pour une déclinaison commune de -20^{o}

à NL, c'est la hausse à l'opposé qui dépasse la baisse au passage dans la même proportion ;

à PL, il y a le même renversement dans les valeurs des baisses et des hausses.

---

tions telles, par conséquent, que malgré leur rapidité et leur diversité elles ne peuvent jamais ramener l'onde à ce qu'elle était à un moment donné. De plus, ces modifications incessantes, ainsi que les reliefs du globe, produisent des cumulations compliquées.

Ce qu'il faut étudier, répétons-le, ce sont les lois des variations et des cumulations afférentes à chaque révolution.

» Remarquer, en particulier, qu'à la déclinaison — 20° et à minuit, la hausse est encore augmentée, à une telle latitude, par l'onde d'échauffement, ou, pour parler plus clairement, par le refroidissement nocturne.

» Les formules employées n'ont sans doute de nouveau que la signification attribuée aux effets de S′ et de L′, d'après l'étude des observations simultanées et dès le commencement, déjà lointain, de cette Étude.

» La présente esquisse d'application fait ressortir, une fois de plus, l'importance capitale de la latitude du lieu et de la déclinaison de l'astre, le coefficient de la moyenne par parallèle allant, avec l'élévation en latitude, de o à la valeur positive ou négative du sinus de la déclinaison, et celui de l'écart de la sinusoïde allant de la valeur du cosinus à o.

» Qu'on me permette de le dire, il ne faut chercher ni à faire tourner sur le globe des choses qui ne tournent pas, comme un effet identique sur tous les méridiens, ou comme une onde interrompue par le relief, ni à commander le calme à quelque chose qui tourne, comme l'air autour des centres de pression ou de dépression. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'iodure de glucinium* (¹). Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Wöhler (²) puis Debray (³) ont indiqué la formation d'un iodure de glucinium dans l'action de l'iode sur le métal. Ils décrivent ce composé comme étant un sublimé blanc, très volatil suivant l'un, moins volatil que le chlorure suivant l'autre. Aucun travail n'a été publié depuis concernant l'étude de ce corps. La préparation du métal semble d'ailleurs avoir été un obstacle suffisant pour empêcher de nouvelles recherches.

» Nous avons pu, en étudiant les propriétés du carbure de glucinium, trouver un procédé nous permettant d'obtenir facilement et en notable quantité un composé cristallisé et défini d'iode et de glucinium. La vapeur d'iode entraînée par un courant d'hydrogène ou mieux l'acide iodhydrique sec attaque en effet le carbure de glucinium vers 700° en produisant un iodure de glucinium très pur.

(¹) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan à l'École supérieure de Pharmacie.

(²) Wöhler, *Pogg. Ann.*, t. XIII; 1828.

(³) Debray, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLIV, p. 24; 1855.

» Pour préparer facilement cet iodure, on dispose un tube de verre de Bohême de 20^{mm} ou 22^{mm} de diamètre sur une petite grille à analyse. Ce tube doit avoir une longueur égale à deux fois celle de la grille. Le carbure de glucinium pulvérisé (5^{gr} à 6^{gr}) est placé dans une nacelle de porcelaine ou dans le tube même. On fait passer un courant de gaz iodhydrique puis l'on chauffe au rouge cerise. L'attaque du carbure se produit d'une façon régulière, l'iodure distille et se condense dans la partie froide du tube en un feutrage de cristaux.

» Lorsque le carbure est bien pur, on obtient de suite un iodure parfaitement blanc que l'on recueille dans un récipient rempli de gaz carbonique sec. S'il est coloré en jaune par une petite quantité d'iodure de fer, il suffit de le sublimer dans un courant d'acide carbonique sec : l'iodure de fer est entraîné dès le début et l'iodure de glucinium se sublime ensuite en très beaux cristaux.

» L'analyse nous a montré que ce corps répond à la formule GlI^2 ou Gl^2I^6 suivant que l'on prend pour poids atomique du glucinium le nombre 9,08 ou bien 13,8 :

				Calculé pour GlI^2.
Iode pour 100	96,46	96,37	96,49	96,54
Glucinium.....	3,49	3,52	3,47	3,45
	99,95	99,89	99,99	99,99

» L'iodure de glucinium se présente en cristaux incolores très altérables à l'air humide. Sa densité à 15° est très voisine de 4,20. Il fond vers 510° et se sublime déjà notablement avant de fondre. Sa température d'ébullition est comprise entre 585° et 595°. Il sera donc vraisemblablement facile de déterminer sa densité de vapeur. Nous reviendrons plus tard sur ce sujet. L'iodure de glucinium est insoluble dans la benzine, le toluène, l'essence de térébenthine, et légèrement soluble dans le sulfure de carbone.

» L'eau réagit violemment sur l'iodure de glucinium en donnant un iodure hydraté soluble. Cette propriété rend le maniement de ce corps un peu délicat, la moindre trace d'eau le décomposant partiellement. Fondu, il est beaucoup moins altérable, aussi est-ce sous cette forme que nous avons étudié ses principales propriétés.

» Il distille dans un courant d'hydrogène sec sans altération. Le chlore et le brome le décomposent en donnant les composés correspondants avec mise en liberté d'iode. Le fluor l'attaque en produisant des fluorures d'iode et de glucinium.

» Le fluor et le chlore agissent à froid avec incandescence.

» Le cyanogène réagit sur l'iodure de glucinium au-dessous du rouge et donne une matière blanche moins volatile produisant avec l'eau une solution limpide présentant les caractères d'un cyanure. On n'avait pu jusqu'à ce jour obtenir de combinaison cyanée du glucinium.

» Chauffé dans l'oxygène, l'iodure de glucinium prend feu au-dessous du rouge. Sa vapeur brûle au contact de l'air. Le soufre le transforme en sulfure fixe au rouge vif et décomposable par l'eau.

» Cette expérience met bien en évidence la formation d'un composé sulfuré du glucinium. On sait que Debray et Fremy ont indiqué qu'ils n'avaient pu préparer de sulfure de glucinium en employant les méthodes ordinaires.

» Dans un courant d'azote l'iodure distille sans changer de composition et d'aspect. La vapeur de phosphore, au contraire, le détruit et fournit une combinaison de phosphore et de glucinium.

» Le sodium réduit l'iodure de glucinium vers +350°; le potassium et le lithium réagissent aussi avec incandescence vers la même température. Il se forme des iodures alcalins et du glucinium. Le magnésium donne, vers 450°, de l'iodure de magnésium et du glucinium. Cette réaction est importante. L'aluminium, l'argent, le cuivre et le mercure sont sans action au-dessous de la température de ramollissement du verre.

» L'hydrogène sulfuré ne réagit pas à la température ordinaire. Si l'on chauffe légèrement, il se forme de l'acide iodhydrique et il reste une substance blanche fixe analogue au sulfure obtenu par l'action du soufre.

» Le gaz ammoniac est absorbé à froid très rapidement et donne une poudre blanche beaucoup moins altérable que l'iodure et répondant d'après nos analyses à la formule $2GlI^2.3AzH^3$. En chauffant légèrement il se produit une nouvelle absorption d'ammoniac et la substance fond en un liquide incolore cristallisant par refroidissement. Un contact prolongé donne également naissance à un corps plus riche en ammoniac.

» L'iodure de glucinium réagit sur un grand nombre de composés organiques.

» Il se dissout dans les alcools bien privés d'eau sans échauffement notable. Avec l'alcool absolu on obtient un composé cristallin. Avec l'éther il produit aussi une combinaison un peu soluble dans un excès d'éther.

» Il ne réagit point à froid, comme l'iodure d'aluminium, sur le tétrachlorure de carbone. Il est également sans action sur le chlorure C^2Cl^4. L'anhydride acétique, le chloral anhydre et un très grand nombre de composés organiques oxygénés donnent des réactions énergiques.

» Enfin les ammoniaques composées et les bases organiques, notamment l'aniline et la pyridine, produisent avec l'iodure de glucinium des combinaisons cristallisées.

» *Conclusions*. — En résumé, par l'action de l'acide iodhydrique sur le carbure de glucinium nous avons obtenu un iodure de formule GlI^2 en beaux cristaux transparents. Ce nouvel iodure est très actif, il réagit sur un grand nombre de corps et pourra servir à préparer avec facilité de nouveaux composés du glucinium tels que le phosphure, le sulfure et le cyanure. Il s'unit aussi avec facilité aux composés organiques. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la présence naturelle de grandes proportions de chlorure de potassium et de chlorure de sodium dans le jus des raisins et dans les vins des régions salées de l'Oranie*. Note de M. **Edmond Bonjean**, présentée par M. Moissan.

« Au mois de septembre 1897 nous avons été chargé, par le Comité consultatif d'hygiène publique, d'une mission dans la province d'Oran afin de recueillir sur place des raisins et des vins de provenance authentique et de décider, par l'analyse, si réellement des vins de cette région peuvent contenir *naturellement* plus de $0^{gr},607$ de chlore combiné par litre (ce qui représente 1^{gr} de chlorure de sodium).

» En France ce fait était contesté et la loi (') considérait comme falsifiés et poursuivait comme tels les vins qui renfermaient plus de $0^{gr},607$ de chlore. En Algérie on soutenait que des vins absolument *purs* de certaines régions renfermaient naturellement des proportions beaucoup plus considérables de chlore.

» Au cours de notre enquête dans les régions situées sur les bords des lacs salés de l'Oranie : Misserghin, Bou-Ya-Cor, Quatre-Chemins, Saint-Cloud, La Senia, nous avons prélevé avec tous les soins et garanties voulus des raisins sur pieds et sur treilles, et des vins en cours de fermentation. Des moûts fermentés furent préparés avec ces raisins.

» Contrairement à ce qui est admis, les vignes résistent dans ces terrains saumâtres en moyenne huit à dix ans et donnent un rendement moyen de 70^{hl} à l'hectare.

» Le chlore a été rigoureusement dosé en prenant la précaution indis-

(') Loi du 11 juillet 1891, article 2.

pensable d'alcaliniser, par le carbonate de soude pur, le résidu avant l'incinération.

» Sur 28 échantillons de vins nous avons trouvé 2 échantillons renfermant moins de 0,607 de chlore; l'un Cl = 0,315 provient d'une région située à 15^{km} des lacs salés; l'autre Cl = 0,582 provient de terrains fortement irrigués (Habra-Macta).

1	échantillon renferme	0,31	de Cl par	litre
1	»	0,58	»	
1	»	0,60	»	
15	»	de 0,60 à 1,2	par	litre
4	»	1,2 à 1,8	»	
3	»	1,8 à 2,4	»	
1	»	2,67	de Cl par	litre
1	»	3,27	»	
1	»	4,50	»	

» Le Tableau suivant représente les chiffres de chlore, de sodium, de potassium ainsi que d'acide phosphorique dosés dans les moûts et dans le vin renfermant le plus de chlore. La soude et la potasse ont été nettement séparées au moyen des chloroplatinates, dosées et caractérisées.

	Chlore, Cl.	Potassium en K^2O.	Sodium en Na^2O.	Acide phosphorique en P^2O^5.
Région des Quatre-Chemins (*Dayat-Morselli*).				
Raisins noirs sur treilles.....	4,552	3,591	2,291	0,715
Vin de la même propriété	4,500	2,165 (1)	2,719	»
Région de la Senia.				
Raisins blancs sur pieds (ferme A. M.).	2,003	1,512	1,777	0,043
» (ferme B.) ...	1,396	0,797	1,330	0,025
Région de Misserghin (Sebka).				
Raisins blancs sur pieds (ferme F.)...	1,214	1,349	1,276	0,050
» (ferme Th.)..	0,910	1,111	1,453	0,020
Région de Bou-Ya-Cor (Sebka).				
Raisins blancs sur treilles	1,942	1,173	2,042	0,055

(1) Dans le vin une certaine quantité de potassium est précipitée à l'état de bitartrate (crème de tartre).

» Les chiffres précédents montrent la facile absorption du chlorure de potassium et du chlorure de sodium par la Vigne, les fortes proportions que le jus de raisins peut en contenir et qui persistent dans les vins après la fermentation des moûts.

» Ces faits démontrent la grande prudence et le soin qu'il faut apporter à l'étude des falsifications des matières alimentaires en général et en particulier des vins; le dosage du chlore, seul, est insuffisant pour établir qu'un vin est salé artificiellement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle réaction des alcools tertiaires et de leurs éthers*. Note de M. **G. Denigès.**

« La réaction générale des carbures éthéniques, que j'ai fait connaître dans ma dernière Note (¹), permet de caractériser toutes les substances fournissant plus ou moins aisément ces carbures; tels sont : les hydrates d'ammonium quaternaires, les dérivés mono et bihalogénés des hydrocarbures saturés, etc. Mais il n'est pas de composés plus faciles à déceler, par ce procédé, que les alcools tertiaires, pour lesquels le sulfate mercurique est à la fois un agent de déshydratation, producteur du carbure éthénique et le réactif qui fixera ce carbure, aussitôt formé, à l'état de combinaison insoluble.

» Il suffit, pour appliquer la méthode, de chauffer une ou deux gouttes de l'alcool considéré avec quelques centimètres cubes du réactif mercurique employé pour les carbures éthéniques (²) : il se forme bien vite un précipité jaune plus ou moins foncé, parfois rougeâtre, la teinte variant un peu selon l'alcool essayé.

» Je développerai particulièrement ici ce qui a trait aux deux alcools tertiaires les plus connus et les plus faciles à se procurer, le triméthylcarbinol et l'éthyldiméthylcarbinol, afin de montrer l'identité des dérivés obtenus avec ces alcools et les carbures éthéniques correspondants.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1145.

(²) Une erreur d'impression ayant donné dans ma précédente Note (*loc. cit.*) un chiffre inexact d'oxyde mercurique (5oo^{gr} au lieu de 5o^{gr}) pour la préparation de ce réactif, je reproduis ici sa formule

HgO	5o^{gr}
SO^4H^2	200^{cc}
Eau	1000^{cc}

» *Alcool butylique tertiaire*. — Pour préparer la combinaison de ce corps avec le sulfate de mercure, on en mélange 1^{cc} dans un ballon, avec 200^{cc} de réactif mercurique et 200^{cc} d'eau. On porte à l'ébullition, qu'on maintient deux ou trois minutes au plus, de façon que l'abondant précipité qui se forme devienne cohérent.

» On laisse déposer, on décante, on verse sur le résidu jaune, très lourd, 300^{cc} à 400^{cc} d'eau bouillante, on décante encore ; on fait trois ou quatre fois cette opération, on filtre et on lave à l'eau chaude. On étale le produit sur des plaques poreuses, puis on achève la dessiccation sur l'acide sulfurique, entre des doubles de papier ou à l'obscurité.

» Le composé obtenu est d'un beau jaune, il a donné à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $(SO^4Hg.HgO)^3.C^4H^8$.
Hg pour 100.	75,55	75,38
SO^4H^2 »	18,47	18,48
C »	2,92	3,01
H »	0,59	0,50

» Il répond donc à la formule

$$\left(SO^4\begin{matrix}Hg\\Hg\end{matrix}O\right)^3.C^4H^8,$$

identique à celle du composé obtenu directement avec le diméthyléthylène dissymétrique. Comme ce composé, il se dissout, avec effervescence, dans ClH en excès en donnant du butylène gazeux et du chlorure mercurique.

» Maintenu à l'ébullition dans son eau-mère pendant plus de dix minutes, il change de teinte, devient de plus en plus blanc et se transforme finalement en sulfate mercureux avec oxydation du résidu butylénique.

» La réaction du triméthylcarbinol avec SO^4Hg est encore nette, à l'ébullition, avec $0^{gr},0001$ de cet alcool pour 2^{cc} de réactif.

» *Alcool amylique tertiaire*. — Si l'on mélange à froid de l'alcool amylique tertiaire avec trente à quarante fois son volume de réactif mercurique et qu'on chauffe sans atteindre l'ébullition, il se forme un précipité jaune clair, de composition analogue à celle du sulfate de mercure-butylène et identique à celle de la combinaison mercurielle que donne le pental.

» Dans les conditions où il se produit, ce composé très oxydable disparaît brusquement à l'ébullition en donnant presque aussitôt un précipité blanc, cristallin, de sulfate mercureux, lequel brunit bien vite par

formation de mercure métallique. Les trois phases de la réaction se voient très bien en portant à l'ébullition, dans un tube, 2^{cc} de réactif mercurique et ajoutant, immédiatement après, une goutte d'éthyldiméthylcarbinol.

» La façon différente dont se comportent l'alcool amylique tertiaire et le pental, vis-à-vis du sulfate mercurique, permet de distinguer aisément ces deux corps.

» 1° *A froid.* — On met dans un tube 2^{cc} de réactif mercurique et l'on ajoute une goutte de pental ou d'alcool amylique tertiaire; avec le premier, il se produit en moins d'une minute un trouble jaune allant en augmentant et faisant place à un dépôt abondant après dix minutes, temps au bout duquel le réactif additionné d'alcool amylique commence à peine à louchir, mais donne à chaud la réaction en trois phases, indiquée précédemment.

» 2° *A chaud.* — On porte à l'ébullition, dans un tube, 2^{cc} de réactif mercurique et, cessant de chauffer, on ajoute aussitôt une goutte du liquide à essayer. Avec le pental il se forme un précipité jaune ne changeant pas d'aspect; avec l'alcool amylique tertiaire, le précipité devient rapidement blanc et cristallin puis finalement grisâtre.

» Les autres alcools tertiaires donnent, avec le même réactif, des composés du même ordre que ceux que fournissent le diméthylcarbinol et l'éthyldiméthylcarbinol.

» Il faut remarquer, toutefois, que les alcools tertiaires qui ne peuvent fournir de carbures éthyléniques par déshydratation, tels que le triphénylcarbinol, la fonction alcoolique tertiaire de l'acide citrique, etc., n'entrent pas en réaction avec le sulfate mercurique.

» Les alcools primaires et secondaires ne fournissent rien de semblable; cependant l'alcool isopropylique, qui se déshydrate assez aisément, en donnant du propylène, précipite le sulfate mercurique, mais avec infiniment moins de facilité que les alcools tertiaires et se distingue nettement de ces alcools, sous ce rapport.

» Enfin, les éthers des alcools tertiaires réagissent aussi avec le sulfate mercurique lorsqu'on les chauffe avec ce réactif; ils perdent d'abord les éléments de l'acide dont ils renferment le radical et l'hydrocarbure libéré fournit les combinaisons mercuriques jaunes, déjà décrites. Le fait est particulièrement net avec le nitrite d'amyle tertiaire, employé en médecine.

» J'étudierai prochainement les combinaisons mercuriques obtenues avec d'autres fonctions organiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcalis sur l'ouabaïne*. Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« Les alcalis, potasse, soude ou baryte, en solutions aqueuses ou alcooliques, n'hydrolysent pas l'ouabaïne, même à l'ébullition; elles donnent naissance à un dérivé d'hydratation formé sans dédoublement et sans qu'il y ait production de sucre réducteur. En tube scellé à 140°, la réaction est absolument identique, même avec des solutions alcalines concentrées.

» Le corps ainsi formé est un acide monobasique, qui décompose les carbonates alcalins ou alcalino-terreux, qui rougit la teinture de tournesol bleue et qui donne des sels en général très solubles dans l'eau et difficilement cristallisables.

» Pour préparer cet acide, qu'on peut appeler l'*acide ouabaïque,* on chauffe pendant douze heures, à l'ébullition, une partie d'ouabaïne cristallisée avec trois parties de strontiane hydratée dissoute dans dix parties d'eau.

» Le produit de la réaction, sursaturé à chaud par le gaz carbonique, filtré, donne un liquide qui est évaporé dans le vide, à consistance de sirop, puis versé peu à peu dans dix fois son volume d'alcool absolu.

» Le sel strontique se sépare d'abord en flocons blancs qui deviennent peu à peu microcristallins. Le sel essoré, dissous dans l'eau est décomposé par la quantité strictement nécessaire de SO^4H^2. Le liquide filtré concentré dans le vide donne l'acide ouabaïque.

» C'est un corps amorphe, blanc jaunâtre et qui ressemble à de la gomme; il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool, qui le dissolvent cependant avec lenteur; insoluble dans l'éther. Cet acide fond peu nettement vers 235°, en se décomposant avec émission de gaz à odeur de caramel; il possède un pouvoir rotatoire lévogyre qui a été déterminé pour le sel de baryum. Traité par les acides minéraux étendus et bouillants, il s'hydrolyse en donnant du rhamnose et une résine ayant beaucoup d'analogie avec celle qui prend naissance dans l'hydrolyse directe de l'ouabaïne.

» La formule de l'acide ouabaïque $C^{30}H^{48}O^{13}$ a été déduite de l'analyse de ses sels. Les ouabaïates de sodium et de potassium peuvent être obtenus facilement en dissolvant 1 molécule d'ouabaïne hydratée dans 10 parties d'alcool à 97° et en ajoutant à cette dissolution chaude 1 atome de Na ou de K également dissous dans l'alcool; le sel se précipite bientôt en microcristaux.

» Les ouabaïates alcalins sont très solubles dans l'eau et ne cristallisent pas par évaporation de la solution aqueuse, ils sont insolubles dans l'alcool même bouillant.

» *Ouabaïate de sodium :* $C^{30}H^{47}NaO^{13}, 3H^2O$. — Contient 3 molécules d'eau; séché dans l'air sec, il les perd à 130° :

	Trouvé.	Calculé.
H^2O.....	7,75 p. 100	7,80 p. 100

Composition élémentaire du sel anhydre :

	Trouvé.	Calculé.
Carbone.....	56,32	56,42
Hydrogène.....	7,36	7,37
Sodium.....	3,47	3,60
Oxygène.....	32,85	32,61
	100,00	100,00

» *Ouabaïate de strontium :* $(C^{30}H^{47}O^{13})^2Sr, 6H^2O$ (1). — Mêmes propriétés que les sels alcalins :

	Trouvé.	Calculé.
H^2O.....	7,70 p. 100	7,59 p. 100

» Pour le sel anhydre :

	Trouvé.	Calculé.
Sr.....	6,86 p. 100	6,65 p. 100

» *Ouabaïate de baryum :* $(C^{30}H^{47}O^{13})^2Ba, nH^2O$. — Très semblable au précédent.

» Pour le sel anhydre :

	Trouvé.	Calculé.
Ba.....	9,90 p. 100	10,03 p. 100

» L'ouabaïate de baryum, dissous dans l'eau, possède un assez fort pouvoir rotatoire $(\alpha)_D = -46°40'$ à 20°. L'analyse élémentaire de ce sel a donné des résultats concordant pleinement avec la formule.

» L'ouabaïate de plomb est très soluble dans l'eau, mais le sous-acétate de plomb précipite les dissolutions d'ouabaïates ou d'acide ouabaïque en donnant un précipité blanc volumineux et amorphe, insoluble dans l'eau.

» L'acide ouabaïque peut prendre naissance directement par l'action

(1) Préparé comme cela a été indiqué dans la préparation de l'acide ouabaïque.

de l'eau sur l'ouabaïne, sans l'intervention des alcalis

$$C^{30}H^{46}O^{12} + H^2O = C^{30}H^{48}O^{13}.$$

» Il suffit de chauffer l'ouabaïne en solution aqueuse, en tube scellé, à 180°; le liquide devient fortement acide et contient une notable proportion d'acide ouabaïque; mais, si les solutions d'ouabaïne sont concentrées de 15 à 20 pour 100, l'acide ouabaïque formé produit bientôt une autohydrolyse, qui se manifeste par le dépôt caractéristique de résine de dédoublement et par la mise en liberté de rhamnose; le liquide réduit alors fortement le réactif de Fehling.

» A froid, les alcalis ne modifient pas l'ouabaïne; ils augmentent seulement sa solubilité dans l'eau dans la proportion de 1 à 10, ils augmentent aussi son pouvoir rotatoire; pour une solution aqueuse à 17°, contenant 1 pour 100 d'ouabaïne, $(\alpha)_D = -1°16'$ ($l = 0^m,50$); après addition de quelques fragments de potasse solide $(\alpha)_D = -2°16'$.

» Les solutions alcalines non chauffées, traitées par un excès de CO^2, laissent cristalliser facilement l'ouabaïne inaltérée par simple évaporation.

» La potasse ou la soude en fusion décomposent l'ouabaïne vers 220°-240°, en donnant surtout de l'acide carbonique, un peu d'acide oxalique et une petite quantité de résine; il n'a pas été possible jusqu'ici d'isoler des produits intermédiaires intéressants.

» Quoique l'ouabaïne se comporte, en général, comme l'anhydride de l'acide ouabaïque, celui-ci, maintenu à l'ébullition pendant longtemps avec de l'eau qu'on évapore à sec plusieurs fois, ne donne cependant pas trace d'ouabaïne régénérée et conserve le même titre d'acidité après l'expérience. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur quelques phénols* (1). Note de M. **F. Bodroux**, présentée par M. Friedel.

« En faisant agir le brome en excès contenant en solution du bromure d'aluminium sur l'α- et le β-naphtol, MM. Blümlein et Flessa (2) ont obtenu deux dérivés pentabromés de ces corps.

(1) Travail fait au laboratoire de l'Université de Poitiers.

(2) *Berichte*, t. XVII, p. 1480 et 2486.

» Appliquant la même méthode de bromuration à quelques phénols de la série benzénique, j'ai opéré de la manière suivante :

» Le phénol est traité par un excès de brome contenant, en solution, 1 pour 100 d'aluminium. Au bout de six heures de contact le mélange est évaporé, le résidu solide recueilli est immédiatement traité par un dissolvant approprié.

» J'ai étudié cette réaction sur le phénol ordinaire, les crésols ortho, méta et para, le thymol, la résorcine, l'hydroquinone, l'ortho et le para-nitrophénol.

» *Phénol ordinaire.* — Le dérivé obtenu après cristallisation dans l'alcool se présente sous la forme de longues aiguilles soyeuses, fondant sans se décomposer à 225°.

» C'est le phénol pentabromé signalé par M. Körner (1).

» *Orthocrésol.* — Son dérivé bromé cristallise facilement dans le chloroforme et dans l'alcool en longues aiguilles blanches qui fondent sans décomposition à 207°-208°.

» L'analyse assigne à ce corps la formule

$$C^6Br^4\begin{cases}CH^3 & (1)\\ OH & (2).\end{cases}$$

» On a, en effet :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6Br^4\begin{cases}CH^3\\OH.\end{cases}$
Br.....	75,31 pour 100	75,47 pour 100

» *Métacrésol.* — Le corps, obtenu après cristallisation dans le chloroforme, se présente sous la forme de longues aiguilles blanches, soyeuses, qui fondent sans décomposition à 194°.

» Ce corps est le dérivé tétrabromé du métacrésol

$$C^6Br^4\begin{cases}CH^3 & (1)\\ OH & (3).\end{cases}$$

» L'analyse donne, en effet :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6Br^4\begin{cases}CH^3\\OH.\end{cases}$
Br.....	75,22 pour 100	75,47 pour 100

» *Paracrésol.* — Le dérivé bromé après cristallisation, soit dans l'alcool,

(1) *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CXXXVII, p. 210.

soit dans le chloroforme, se présente sous la forme de longues aiguilles blanches, soyeuses, qui fondent sans décomposition à 198°-199°.

» La formule de ce composé est

$$C^6Br^4\begin{cases}CH^3 & (1)\\ OH & (4).\end{cases}$$

» On a, en effet :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6Br^4\begin{cases}CH^3\\OH.\end{cases}$
Br.....	75,28 pour 100	75,47 pour 100

» *Remarque.* — La transformation des quatre phénols précédents en dérivés perbromés est intégrale. Les corps obtenus sont solubles surtout à chaud dans les alcalis.

» *Thymol.* — Le cymène, dont la formule est

$$C^6H^4\begin{cases}C^3H & (1)\\ CH^3 & (4),\end{cases}$$

traité par le brome en excès, en présence du bromure d'aluminium, donne du toluène pentabromé (1)

$$C^6Br^5.CH^3.$$

» Comme le thymol

$$C^6H^3\begin{cases}—OH & (3)\\ \begin{cases}C^3H^7 & (4)\\ CH^3 & (1)\end{cases}\end{cases}$$

est l'un des phénols correspondant au cymène, si les phénols se comportent comme les carbures, la bromuration en présence du bromure d'aluminium devra donner comme résultat le tétrabromocrésol

$$C^6Br^4\begin{cases}CH^3 & (1)\\ OH & (3).\end{cases}$$

J'ai donc effectué cette réaction.

» Le produit obtenu cristallise très facilement, dans l'alcool ou le chloroforme, en aiguilles longues et soyeuses, solubles dans les alcalis, surtout à chaud, et fondant, sans se décomposer, à 194°.

» Le rendement, pour 5gr de thymol, a été d'environ 15gr de dérivé bromé.

---

(1) Gustavson, *Bulletin de la Société chimique*, t. XXVIII, p. 153 et 342.

» Ce corps a donné, à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6Br^4\begin{cases}CH^3\\OH.\end{cases}$
Br.....	75,14 pour 100	75,47 pour 100

Ce qui montre bien qu'effectivement le corps obtenu est le tétrabromo-métacrésol.

» L'action du brome en présence du bromure d'aluminium est donc bien nette sur les monophénols et donne naissance à des composés parfaitement définis. Il n'en est pas de même des diphénols.

» La *résorcine* donne une gomme noirâtre incristallisable.

» L'*hydroquinone*, indépendamment de produits plus complexes, a fourni une certaine quantité d'hydroquinone tétrabromée $C^6Br^4\begin{cases}OH\ (1)\\OH\ (4)\end{cases}$.

» Avec les dérivés nitrés, l'action est beaucoup moins vive, les substitutions ne sont plus que partielles dans le noyau.

» *Orthonitrophénol.* — Le produit de l'opération, après cristallisation dans l'alcool étendu de son volume d'eau, se présente en prismes opaques d'un jaune paille, fondant à 117°-118°.

» Le sel de potassium de ce composé forme des aiguilles écarlates très peu solubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'eau chaude et dans l'alcool bouillant.

» C'est le *dibrbmo-4.6-nitro-2-phénol* préparé par M. Brunck.

» *Paranitrophénol.* — Après cristallisation dans l'alcool, le résidu se présente sous la forme d'un mélange de lames et de prismes incolores fondant à 141°.

» Le sel de potassium constitue des aiguilles jaune clair. Ce dérivé est le *dibromo-2.6-nitro-4-phénol.*

» *Remarque.* — Sur les nitrophénols, l'action du brome n'est donc pas plus profonde en présence du bromure d'aluminium que lorsqu'il agit seul. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les monoéthers phosphoriques.* Note de M. J. Cavalier, présentée par M. Troost.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 18 avril 1898), M. Belugou a étudié l'action de l'acide monoéthylphosphorique sur les réactifs colorés et sa chaleur de neutralisation par la potasse. Ses résultats sont en partie

d'accord avec ceux que j'ai publiés antérieurement (*Comptes rendus*, juin 1894).

» J'avais trouvé pour la chaleur de neutralisation de $PO^4(C^2H^5)H^2$ (1 mol = 4^{lit}) par KOH (1 mol = 2^{lit}) les nombres suivants :

1er KOH	15,73
2e KOH	13,61
3e KOH	0,85

» M. Belugou donne, avec une concentration un peu différente,

$PO^4(C^2H^5)H^2$ (1 mol = 6^{lit}); KOH (1 mol = 2^{lit}) :

1er KOH	15,5
2e KOH	13,8
3e KOH	2,8

» Pour les deux premières molécules alcalines, la concordance est suffisante. Il n'en est pas de même pour la troisième, et la différence des concentrations employées ne suffit pas pour rendre compte de la différence des résultats.

» M. Belugou pense que le nombre élevé qu'il trouve (2^{Cal},8) peut tenir soit à la présence d'acide phosphorique libre dans l'éther acide employé, soit à une saponification partielle du monoéthylphosphate dipotassique par un excès d'alcali. Cette dernière hypothèse doit être écartée. Les éthylphosphates en solution sont en effet très stables; ils sont beaucoup plus difficilement décomposés par un alcali que l'acide lui-même ne l'est par l'eau. Dans les conditions d'une expérience calorimétrique, c'est-à-dire en dissolution étendue et à froid, la saponification est pratiquement nulle.

» D'ailleurs, j'ai toujours obtenu des dégagements de chaleur très faibles par addition d'une troisième molécule de base quelconque à l'un quelconque des monoéthers que j'ai étudiés (1). J'ai trouvé, pour ces dégagements de chaleur, les nombres suivants :

	$PO^4(CH^3)H^2$.	$PO^4(C^2H^5)H^2$.	$PO^4(C^3H^5)H^2$.
3e NaOH	0,42	0,86	0,37
3e KOH	0,42	0,85	
3e AzH^3	0,24	0,53	0,46
3e $\frac{1}{2}Ba(OH)^2$	0,33	0,18	0,24

» Avec l'acide glycérophosphorique et la troisième molécule de potasse.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1142; 1898.

MM. Imbert et Belugou ont trouvé $0^{Cal},4$, nombre très voisin des précédents.

» Il résulte de ces faits que, dans la saturation d'un monoéther phosphorique (méthylique, éthylique, allylique ou glycérique) par une base quelconque, l'addition d'une troisième molécule de base à une molécule d'acide produit toujours un dégagement de chaleur très faible. Les sels neutres alcalins et alcalino-terreux sont donc peu ou pas dissociés en solution, ce qui s'accorde avec la netteté du virage à la phtaléine. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière solaire diffuse sur le développement des plantes.* Note de M. **J. Wiesner**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Une plante, pendant la journée, se trouve sous l'influence de la lumière diffuse, et, de plus, si le soleil n'est pas couvert, sous l'influence de la lumière solaire directe. Jamais une plante n'est exposée exclusivement à l'influence de la lumière solaire directe.

» Des expériences photométriques ont prouvé que la différence entre l'intensité des rayons directs du soleil et l'intensité de la lumière diffuse n'est pas aussi grande que l'on pourrait croire. On a trouvé, à Vienne (Autriche), que, à la plus haute altitude du soleil, l'intensité chimique de sa lumière directe sur un plan horizontal est tout au plus le double de l'intensité de la lumière diffuse. Jusqu'à une élévation du soleil de 19°, l'intensité de la lumière directe est moindre que l'intensité de la lumière diffuse (1). Ces faits s'expliquent d'abord par la grandeur de la partie lumineuse du ciel par rapport à la partie lumineuse du soleil, ensuite par le fait que l'intensité de la lumière directe s'affaiblit avec la dépression de l'altitude du soleil.

» Mais il faut remarquer d'abord qu'un végétal ne peut se soustraire à l'influence de la lumière diffuse pendant la journée, et qu'un grand nombre de plantes, par exemple beaucoup de Légumineuses, croissant en des stations où il y a beaucoup de soleil, possèdent une organisation qui les rend capables de se soustraire à l'influence d'une trop forte insolation; d'autre part, les plantes qui croissent dans des stations très ensoleillées et qui ne sont pas capables de se protéger contre l'influence d'une insolation

(1) J. Wiesner, *Denkschriften der Wiener Academie der Wiss.*, Bd. 64; 1896.

trop forte, ne produisent que très peu de substance organique. Il est donc probable que, pour la vie des plantes, la lumière reçue par diffusion a une plus grande importance que la lumière reçue directement.

» J'ai déjà montré autrefois, par un grand nombre d'expériences, que les feuilles, les organes qui ont le plus besoin de lumière, prennent généralement une position perpendiculaire à la direction de la lumière diffuse la plus intense, ce qui prouve que la lumière diffuse est d'une grande importance pour la vie des végétaux (1). Plus récemment, j'ai constaté que les plantes sont d'autant plus exposées à la lumière solaire directe qu'elles s'approchent davantage des limites polaires ou alpines de leur aire d'extension, en même temps que s'abaisse la température du milieu ambiant (2). Il en est de même pour les bourgeons de beaucoup d'arbres qui sont soumis à cette insolation directe, surtout avant la feuillaison.

» J'ai entrepris de rechercher expérimentalement l'action de la lumière diffuse seule, l'action de la lumière mixte et l'action de la lumière directe seule sur le développement des plantes; mais je me bornerai, dans cette Note, à rendre compte des résultats obtenus en comparant l'action des deux premiers modes d'éclairement.

» J'ai exposé des plantes diverses (*Impatiens Balsamina*, *Reseda odorata*, *Tropæolum majus* et *Ipomœa purpurea*) dès leur germination, du côté du Nord et de façon qu'elles ne reçoivent exclusivement que de la lumière diffuse.

» En même temps, j'ai cultivé d'autres individus de ces mêmes espèces, toute autre condition égale d'ailleurs, mais en les exposant du côté du Sud, de l'Est et de l'Ouest, où par conséquent elles pouvaient recevoir la lumière directe du soleil.

» Les plantes exposées du côté du Nord reçurent en moyenne $\frac{1}{4,2}$ de la lumière totale (maximum $\frac{1}{1,8}$, minimum $\frac{1}{8,2}$).

» Les quatre espèces ont fleuri. Les *Impatiens*, *Tropæolum*, *Ipomœa* avaient de nombreuses fleurs, bien développées; le *Reseda* n'eut que très peu de fleurs et de petites inflorescences. Mais les fruits de toutes ces plantes arrivèrent à maturité et produisirent des graines susceptibles de germer.

» Dans l'exposition au Sud, les mêmes espèces fleurirent plus tôt. L'avance était pour le *Reseda* de six jours, pour l'*Impatiens* de treize jours,

---

(1) *Loc. cit.*, Bd. 43; 1880.

(2) *Sitzungsberichte der Wiener Academie der Wiss.*, Bd. 102, I. Abth.; 1893.

pour le *Tropæolum* de seize jours, et pour l'*Ipomæa* de dix-sept jours. Dans l'exposition au Sud, par comparaison avec l'exposition au Nord, le temps qui s'est écoulé depuis la germination jusqu'à la floraison a diminué de 6,8 pour 100 chez le *Reseda*, de 12,2 pour 100 chez l'*Impatiens*, de 14,5 pour 100 chez le *Tropæolum* et de 15,4 pour 100 chez l'*Ipomæa*.

» *De ces expériences il résulte que les plantes appartenant à des familles très diverses, telles que :* Reseda odorata, Impatiens Balsamina, Tropæolum majus *et* Ipomœa purpurea *peuvent se développer complètement à la lumière diffuse.*

» Des expériences analogues faites avec le *Sedum acre*, espèce localisée dans les stations ensoleillées, ont montré que les organes végétatifs de cette plante se développaient dans l'exposition au Nord, mais qu'ils n'arrivaient pas à la floraison. A Vienne, $\frac{1}{4,2}$ de l'intensité totale de la lumière, en été, ne suffit donc pas pour développer complètement cette espèce.

» Mais ces expériences ne prouvent pas que le *Sedum acre* ait nécessairement besoin de la lumière directe pour sa complète évolution, car l'intensité totale de la lumière diffuse reçue au Nord, dans mes cultures expérimentales, n'était à peine que la moitié de la lumière diffuse totale. Or, cette dernière avait encore une intensité supérieure à celle que recevaient les exemplaires de cette plante exposés au Sud, et qui ont fleuri.

» Il est donc possible que cette plante aussi puisse se développer complètement et fleurir à la lumière diffuse seule. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les avoines chocolatees*. Note de M. **Balland**.

« On désigne sous le nom d'*avoines chocolatées* certaines avoines d'Algérie et du Levant qui présentent des grains de nuance brun foncé rappelant la couleur du chocolat. Ces avoines se rencontrent de préférence sur les marchés d'Oran et de Mostaganem : elles n'apparaissent pas, d'ailleurs, régulièrement; c'est ainsi que, depuis douze ans, on les a surtout observées en 1887, 1889 et 1894. La proportion des grains colorés est très variable : parfois, elle n'atteint pas 5 pour 100. L'amande présente les mêmes caractères physiques, la même composition chimique et les mêmes aptitudes à la germination que l'amande des grains blancs; la balle ne paraît différer que par la nuance externe. C'est donc avec raison que l'on admet que les

avoines chocolatées ne sont que des avoines blanches ordinaires qui auraient été mouillées avant ou pendant la récolte et brusquement saisies par un soleil ardent. On constate, en effet, que la teinte brune se remarque de préférence sur les grains doubles, c'est-à-dire sur des grains qui, par le fait de leur juxtaposition, sont plus imprégnés d'eau et restent plus longtemps mouillés que les grains simples, l'évaporation, pour ceux-ci, étant plus rapide. Il est à noter aussi que ces mêmes avoines sont parfois ergotées; or, on sait que la pluie, les vents humides et les brouillards favorisent le développement de l'ergot. Pendant les années sèches, on ne trouve, en Algérie, ni avoines chocolatées, ni avoines ergotées.

» Les analyses qui suivent établissent qu'il n'y a pas plus d'écarts de composition entre les grains bruns et les grains blancs des avoines chocolatées qu'entre les grains les plus colorés et les moins colorés des avoines grises ordinaires que nous avons examinées antérieurement.

» Les avoines chocolatées, de provenance algérienne, sont acceptées, dans une certaine limite, par l'Administration de la Guerre lorsqu'elles ne contiennent pas d'ergot.

Composition des avoines chocolatées récoltées, en 1894, *dans les environs de Mostaganem.*

	Avoine entière, non triée,		Grains blancs,		Grains bruns,	
	à l'état normal.	à l'état sec.	à l'état normal.	à l'état sec.	à l'état normal.	à l'état sec.
Eau.....	11,20	0,00	11,70	0,00	11,80	0,00
Matières azotées...	8,86	9,98	8,63	9,77	8,95	10,15
» grasses...	5,52	6,22	5,06	5,73	5,44	6,17
» amylacées.	59,98	67,54	59,35	67,20	60,09	68,13
Cellulose	10,90	12,27	11,86	13,43	10,28	11,65
Cendres	3,54	3,99	3,40	3,87	3,44	3,90
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Poids moyen de 1000 grains....	35,72 gr	»	34,12 gr	»	39,68 gr	»
100gr donnent.. amande.	67,10	»	63,35	»	67,25	»
100gr donnent.. balle...	32,90	»	36,65	»	32,75	»
Acidité pour 100gr..	0,211	»	0,197	»	0,219	»

Analyse des amandes.

	Avoine non triée,		Grains blancs,		Grains bruns,	
	à l'état normal.	à l'état sec.	à l'état normal.	à l'état sec.	à l'état normal.	à l'état sec.
Eau.....	11,60	0,00	11,80	0,00	11,90	0,00
Matières azotées...	12,55	14,20	12,37	14,03	13,06	14,83
» grasses...	8,40	9,50	8,28	9,39	8,32	9,44
» amylacées.	64,61	73,08	64,99	73,67	64,44	73,14
Cellulose.....	0,92	1,04	0,88	1,00	0,88	1,00
Cendres.....	1,92	2,18	1,68	1,91	1,40	1,59
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Analyse des enveloppes (balles).

	Avoine non triée,		Grains blancs,		Grains bruns,	
	à l'état normal.	à l'état sec.	à l'état normal.	à l'état sec.	à l'état normal.	à l'état sec.
Eau.....	10,70	0,00	10,80	0,00	11,20	0,00
Matières azotées...	2,38	2,67	2,05	2,30	2,21	2,49
» grasses...	0,90	1,01	1,10	1,24	0,70	0,79
» extractives	48,54	54,35	48,55	54,42	48,09	54,16
Cellulose résistante.	30,50	34,15	31,00	34,75	30,60	34,45
Cendres.....	6,98	7,82	6,50	7,29	7,20	8,11
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

ÉCONOMIE RURALE. — *Amertume des vins*. Note de MM. **F. Bordas, Joulin** et **de Raczkowski** (1), présentée par M. Grimaux.

« Le bacille de l'amertume possède une spore terminale et des cils à l'une de ses extrémités. Il est doué de mouvements très vifs et se cultive très rapidement dans les milieux additionnés de nitrate de potasse, mais ne transforme pas celui-ci en nitrite. Il ne prend pas le grain, ne donne pas d'indol dans les milieux peptonés et coagule le lait.

(1) *Comptes rendus*, 24 février 1898.

» Ce bacille résiste à la dessiccation et à une chaleur sèche de 100°. Il se cultive bien à des températures comprises entre 25° et 37°. Nous l'avons ensemencé dans le milieu minéral peptoné suivant :

Sulfate d'ammoniaque	4,71
Sulfate de magnésie	0,10
Phosphate de potasse	0,75
Peptone Collas	10,00
Eau	1000,00

dans lequel nous avons ajouté divers éléments hydrocarbonés, tels que glucose, lévulose, mannite, tartre, et l'examen des liquides a été effectué un mois après l'ensemencement.

» Les résultats obtenus ont été les suivants :

		Glucose 20 pour 1000.	Lévulose 20 pour 1000.	Glycérine 10 pour 1000.	Mannite 10 pour 1000.
Élément consommé pour 100		30	90	60	»
Acidité totale	en KOH pour 1000.	1,904	3,300	0,448	0,941
» volatile		0,230	1,388	0,364	0,112
» fixe		1,552	1,730	0,084	0,776
Acide carbonique pour 1000		0,048	0,072	0,038	0,021
» acétique »		0,165	0,514	0,073	0,100
» butyrique »		0,017	0,625	0,267	néant

» Dans les mêmes milieux additionnés de carbonate de chaux, les proportions d'acides ont été notablement plus fortes et le goût amer très prononcé :

		Glucose.	Lévulose.	Glycérine.	Mannite.
Acidité volatile	en KOH pour 1000..	0,440	2,800	0,761	0,661
» fixe		1,600	2,030	0,088	0,642

» Dans ces essais, les acides volatils ont été caractérisés par la méthode de Duclaux. Nous n'avons pas trouvé d'alcools par l'emploi du compte-gouttes de Duclaux. L'acide lactique a été nettement caractérisé par la forme cristalline du lactate de zinc dans les cas du glucose et du lévulose. Quant à l'acide succinique nous n'en avons trouvé dans aucun cas.

» Nous avons observé la diminution d'une petite quantité de tartre dans le milieu additionné de cet élément, après quinze jours d'ensemencement.

» Les analyses de deux parties du même vin stérilisé, dont l'une avait été ensemencée avec notre bacille, ont donné les résultats suivants, six mois environ après l'ensemencement :

	Témoin.	Vin rendu amer.
Alcool pour 100 en volume	10,4	10,6
Sucre réducteur en glucose par litre	3,32	2,80
Tartre	3,43	1,30
Glycérine	7,50	4,80
Acidité totale en SO^4H^2	3,92	6,61
» volatile en $C^2H^4O^2$	1,03	2,57
» fixe en SO^4H^2	2,89	3,38
Ammoniaque	0,008	0,037
Nature des acides volatils	acétique	acétique, butyrique
» » fixes	succinique	succinique

» Comme le prévoyait M. Duclaux, le bacille de l'amertume porte donc son action de préférence sur la glycérine en donnant lieu à la production dans le vin des acides acétique et butyrique. Dans le cas où l'on trouverait de l'acide lactique dans un vin amer, celui-ci résulterait de l'action du bacille sur le glucose. Il se forme également de l'acide carbonique et de l'ammoniaque. Quant au tartre, nous avons obtenu une diminution faible dans nos cultures, mais notable dans le vin : nous pensons donc que, si cette diminution n'est pas aussi considérable que dans la maladie dite *de la tourne*, elle existe néanmoins dans celle de l'amertume. Nous nous efforcerons, par de nouveaux essais, à préciser ce point, sur lequel MM. Pasteur, Vergnette-Lamothe et Glenard n'ont pas été d'accord. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Pathogénie et histogenèse du cancer (maladie parasitaire)*. Note de M. **F.-J. Bosc**, présentée par M. Bouchard.

« Dans nos précédentes Notes, nous avons montré qu'il existe dans les cancers des formations anormales dont la morphologie, l'étude des colorations, de la structure, du siège et de la répartition dans les tumeurs, l'existence de cycles évolutifs, constituaient les preuves de la nature organisée, vivante, de l'origine exogène et de la condition parasitaire.

» La possibilité d'obtenir des *cultures* de ces organismes constitue une nouvelle preuve à l'appui de ces conclusions.

» Dans les cultures faites sur du sang rendu incoagulable par l'extrait de sangsue avec des raclages ou de petits fragments de cancers déjà examinés au point de vue des formes parasitaires, nous avons suivi le développement hors des cellules de formes très variées, aboutissant à l'apparition d'abondantes formes sporiques fragiles et enfin à la pullulation de formes de petite taille. Malheureusement, malgré tous nos efforts,

nous n'avons pu arriver à obtenir des ensemencements en série, c'est-à-dire des cultures pures.

» Ces parasites appartiennent à la classe des *sporozoaires*. C'est ce que nous montre l'examen des tumeurs spontanées chez des animaux porteurs de sporozoaires bien connues (poisson, lapin) et la comparaison entre les diverses espèces de sporozoaires saprophytes (coccidies, grégarines, gymnosporées, myxosporidies) et les parasites du cancer. Les colorations, la structure, l'évolution dans les cellules, les cycles évolutifs sont comparables; dans les deux cas, on constate un *dimorphisme* évolutif non douteux dont les stades asporulés nous expliquent les infections aiguës chez les animaux et les poussées aiguës de certaines tumeurs, chez l'homme.

» Les sporozoaires développés dans les cancers doivent en être considérés comme les agents pathogènes. Leur constance, leur nombre, leur répartition dans la zone d'accroissement, le rapport qui existe entre l'évolution de la tumeur et le cycle évolutif prédominant, sont déjà des preuves de valeur considérable.

» Une preuve d'ordre expérimental et de caractère plus précis nous est fournie par l'*inoculation des tumeurs qui renferment des parasites*. Les expériences que nous avons faites avec Vedel nous ont montré que les tumeurs spontanées à sporozoaires connus (lapin) sont inoculables; que les tumeurs animales malignes à parasite indéterminé sont également inoculables, du rat au rat (Hanau, Morau), du chien au chien (Webr); que les tumeurs humaines peuvent être inoculées au cobaye et au chien (trois cas de sarcome mélanique inoculé au cobaye et trois cas de cancer humain inoculé dans le péritoine de chiens avec généralisation au péritoine dans un cas et, dans l'autre, avec noyaux secondaires dans le poumon). Les faits de Hahn et de Cornil montrent, en outre, que le cancer est inoculable de l'homme à l'homme.

» On peut objecter à ces expériences que la substance inoculée est trop complexe et qu'il est indispensable de reproduire le cancer avec des cultures pures du parasite d'un cancer donné.

» N'ayant pu arriver à obtenir des cultures pures, nous avons tourné la difficulté en inoculant à des animaux des formes de résistance (kystes sporulés) de C. oviforme du lapin, de klossia de l'hélix et de la grégarine du lombric, recueillies aseptiquement.

» Chez le lapin, l'inoculation de C. oviforme a produit des tumeurs identiques aux tumeurs spontanées; l'inoculation de klossia dans le péritoine de chiens, de lapins et de cobayes a produit de petites tumeurs disséminées; l'inoculation de spores de la gréga-

rine du lombric dans le sac lymphatique dorsal d'une grenouille amena la formation, en deux mois, d'une tumeur sous-cutanée du volume d'un petit pois. Dans les tumeurs, de structure sarcomateuse, nous avons pu suivre le passage entre la spore, le sporozoïte et les divers types d'inclusions cellulaires. Ces dernières étaient identiques à la fois aux formes évolutives des parasites inoculés et aux inclusions des tumeurs humaines.

» L'*histogenèse* des tumeurs est singulièrement éclairée par la conception de leur nature parasitaire. L'étude des tumeurs animales nous a montré que l'envahissement d'un épithélium par les parasites amène sa prolifération et l'hypertrophie des éléments cellulaires, mais que l'épithélium peut être détruit par le développement du parasite; ce dernier envahit le tissu conjonctif, de sorte que la néoformation primitivement épithéliale est devenue conjonctive. L'ensemble du processus ne diffère en rien, au point de vue histogénique, de celui que l'on constate dans les tissus chroniquement enflammés.

» Ces notions sont entièrement applicables aux tumeurs humaines :

» L'*épithéliome*, dû au développement primitif du parasite dans un épithélium, peut se compliquer d'un processus de prolifération conjonctive; le *carcinome*, dont l'origine est le plus souvent épithéliale, devient, dans la suite de son développement, une tumeur d'origine conjonctive; le *sarcome* représente une tumeur de type conjonctif.

» *Le seul élément spécifique des tumeurs malignes est le parasite:* la formation de la tumeur doit être ramenée à un processus d'inflammation banal portant sur un ou plusieurs tissus. La cellule cancéreuse n'a, par elle-même, aucune signification; c'est une cellule parasitée que l'on peut retrouver avec le même aspect dans l'épithéliome, le carcinome ou le sarcome.

» Les tumeurs cancéreuses ne se différencient des autres processus d'inflammation chronique que par la nature et la vie parasitaire de l'agent causal. Le parasite ne paraît provoquer d'abord que l'hypernutrition de la cellule et il ne la détruit que lentement, en vivant à ses dépens et en comprimant de plus en plus son noyau. Ainsi s'explique la formation de la tumeur, lésion locale à marche lente. Dans les cancers à marche rapide, les formes asporulées dominent et il est probable que les parasites présentent une *virulence* que nous ne savons pas mesurer. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ramollissement des os par la phloroglucine.* Note de M. **J.-J. Andeer**.

« En faisant des recherches pharmacologiques comparatives sur les substances congénères : phloroglucine et résorcine, je n'ai trouvé chez la première aucune trace des qualités curatives que possède la seconde, mais j'ai

pu découvrir par contre d'autres qualités; ainsi c'est un adjuvant par excellence pour ramollir le système osseux de n'importe quel Vertébré, beaucoup plus promptement qu'avec tous les autres agents connus. Ce ramollissement s'obtient par la phloroglucine sans attaquer les tissus les plus délicats, ce qui n'est pas le cas chez les autres pour le même temps.

» J'ai présenté les effets obtenus à diverses Sociétés savantes, dont plusieurs membres ont répété mes expériences en suivant mes indications, et ils ont obtenu des résultats qui concordaient avec les miens.

» L'emploi de la phloroglucine en solution aqueuse avec l'acide chlorhydrique a été recommandé en Anatomie générale, mais surtout pour l'emploi commode du microtome, pour la microscopie et la technique microscopique.

» Curieux de savoir si, par cette méthode combinée de décalcination et de ramollissement consécutif par la phloroglucine et l'acide chlorhydrique en solution aqueuse, l'acide carbonique est expulsé en partie ou en totalité, j'ai fait des recherches chimiques d'après les plus nouvelles méthodes et avec les appareils les plus perfectionnés. Elles m'ont démontré qu'après le ramollissement rationnel et complet des os sans changement simultané de leur structure histique, il ne reste plus trace d'acide carbonique dans la pièce décalcinée, qu'on appelle *osséine*, après l'emploi de la solution de phloroglucine.

» Cette méthode de ramollissement des os par la solution de phloroglucine n'est applicable qu'aux formations osseuses carbonatées et phosphatées, même en partie à celles des animaux fossiles; elle ne l'est pas pour d'autres combinaisons physico-chimiques, conchyoline, chitine, kératine (l'ivoire et la corne), spongine, spongilline et autres combinaisons où la silice est très prédominante. Il fallait alors tâcher de modifier convenablement la solution de phloroglucine d'après les différentes compositions et constitutions physico-chimiques pour pouvoir ramollir l'endo- et l'exo-squelette des Vertébrés, du plus grand au plus petit animal, de l'éléphant éburnifère au spongille siliceux, de la baleine au plus petit poisson téléostéen. J'y suis parvenu après de longues recherches et j'en ferai l'objet d'une Communication prochaine, car elle est intéressante et utile non seulement aux anatomistes, zoologistes, zootomistes, etc., mais à tous les naturalistes qui s'occupent spécialement du système osseux et de son contenu chez les animaux vertébrés de terre et de mer, vivants ou fossiles. »

M. J. Marty adresse à l'Académie plusieurs Mémoires relatifs à diverses questions d'Astronomie.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 avril 1898.

Les diamants du Cap, par L. de Launay, Ingénieur au Corps des Mines, Professeur à l'École supérieure des Mines. Paris, Baudry et Cie, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1898. N° 2. Février 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-4°.

Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur par l'Académie de Médecine sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les colonies pendant l'année 1896. Melun; 1 vol. in-8°.

Revue des questions scientifiques, publiée par la Société scientifique de Bruxelles. Deuxième série. Tome XIII. 20 avril 1898. Louvain, J. Thirion, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, E. Vallin, Secrétaire annuel. N° 16. Séance du 19 avril 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Tome V. N° 4. 15 avril 1898. Paris, G. Masson, 1898.

Sur le mouvement des facules solaires, par W. Stratonoff, Astrophysicien à l'observatoire astronomique et physique de Tachkent. Saint-Pétersbourg. 1897; 1 fasc. in-4°.

Anales de la Sociedad española de Historia natural. Serie II. Tomos I-II-III-IV. Madrid, Fortanet; 6 vol. in-8°.

Icones fungorum ad usum sylloges saccardianæ, adcommodatæ auctore A.-N. Berlese. *Phycomycetes,* fasciculus I. Patavii, 1898; in-8°.

Atti della R. Accademia peloritana. Anno XII, 1897-1898. Messina, 1898; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 MAI 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART, MOISSAN. Septième série. Mai 1898. Tome XIV. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°.

Annales de l'Institut Pasteur, fondées sous le patronage de M. Pasteur et publiées par M. E. DUCLAUX, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne, Directeur de l'Institut Pasteur. Paris, Masson et C^ie^; 1 vol. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XXIV. N° 4. 25 avril 1898. Paris, Masson et C^ie^.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome X. Livraison du 15 avril 1898. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Prosper Demontzey, par P. CARRIÈRE, Conservateur des Forêts. (Extrait de la *Revue des Eaux et Forêts* du 1^er^ avril 1898.) 1 broch. in-8°. (Envoi de M^me^ Demontzey.)

La dualité et l'homographie dans le triangle et le tétraèdre, par L. RIPERT, ancien Élève de l'École Polytechnique, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 broch. in-8°.

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire. Tome XXVI. Année 1896. Melun, 1897; 1 vol. in-8°.

Revue des Pyrénées (*France méridionale, Espagne*), dirigée par le D^r^ F. GARRIGOU. Tome X. 1898. I^re^ livraison. Toulouse, D. Privat; 1 vol. in-8°.

Un précurseur lyonnais du système métrique, par AUGUSTE BLETON. Lyon, Mougin-Rusand, 1898; 1 broch. gr. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annales de la Société royale malacologique de Belgique. Années 1893-1894-1896. Bruxelles, P. Weissembruch; 3 vol. in-8°.

N° 18.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 2 mai 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. Maurice Lévy. — Sur la légitimité de la règle dite *du trapèze* dans l'étude de la résistance des barrages en maçonnerie... 1235

MM. A. Carnot et Goutal. Recherches sur l'état où se trouvent le silicium et le chrome dans les produits sidérurgiques.. 1240

M. A. Milne-Edwards et E.-L. Bouvier. — A propos des Crustacés brachyures et anomoures provenant des six dernières campagnes scientifiques effectuées par *S. A. le Prince de Monaco*..... 1245

MM. A. Haller et A. Guyot. — Sur les acides diméthylamido-diéthylamido-ortho-benzoyl et ortho-benzylbenzoïques, et quelques-uns de leurs dérivés..... 1248

M. Ollier. — Des greffes autoplastiques obtenues par la transplantation de larges lambeaux dermiques. De leur stabilité et des modifications tardives qu'elles subissent..... 1253

NOMINATIONS.

Commission chargée de juger le concours du prix Delalande-Guérineau de 1898 : MM. *J. Bertrand, Berthelot, Faye, Sarrau, Grandidier*..... 1256

Commission chargée de juger le concours du prix Jérôme-Ponti de 1898 : MM. *J. Bertrand, Berthelot, Lœwy, Cornu, Darboux*..... 1256

Commission chargée de juger le concours du prix Leconte de 1898 : MM. *J. Bertrand, Hermite, Berthelot, Milne-Edwards, Cornu*..... 1256

Commission chargée de juger le concours du prix Tchihatchef de 1898 : MM. *Milne-Edwards, Grandidier, Bouquet de la Grye, Guyou, Marcel Bertrand*..... 1256

Commission chargée de juger le concours du prix Houllevigue de 1898 : MM. *J. Bertrand, Faye, Berthelot, Hermite, Milne-Edwards*..... 1256

Commission chargée de juger le concours du prix Cahours de 1898 : MM. *Friedel, Moissan, Troost, Berthelot, Ditte*..... 1256

Commission chargée de juger le concours du prix Saintour de 1898 : MM. *J. Bertrand, Berthelot, Lœwy, Milne-Edwards, Friedel*..... 1256

Commission chargée de juger le concours du prix Kastner-Boursault de 1898 : MM. *Mascart, Cornu, Lippmann, Deprez, Becquerel*..... 1256

Commission chargée de juger le concours du prix Estrade-Delcros de 1898 : MM. *J. Bertrand, Berthelot, Cornu, Wolf, Moissan*..... 1256

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. José Ruiz-Castizo soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Nouvel intégrateur général pour les trois ordres $\int y\,dx$, $\int y^2\,dx$, $\int y^3\,dx$: intégromètre cartésien à évaluation tangentielle »..... 1256

M. H. Klein adresse un Mémoire « Sur la densité des liqueurs hydro-alcooliques simples »..... 1255

M. Stephan Emmens adresse une Lettre relative à un projet d'expédition au pôle Antarctique..... 1257

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique prie l'Académie de lui faire connaître son avis au sujet d'une proposition de loi modifiant l'heure nationale..... 1257

M. R. Gautier. — Le retour de la première comète périodique de Tempel (1867, II) en 1898..... 1257

M. Jean Mascart. — Relations de commensurabilité entre les moyens mouvements des satellites de Saturne..... 1260

M. Daniel Berthelot. — Réponse à une reclamation de priorité de M. *Marqfoy*.. 1260

N° 18.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

M. G.-C. SCHMIDT. — Sur les radiations émises par le thorium et ses composés... 1264
M. G. MOREAU. — Sur les cycles de torsion magnétique d'un fil d'acier..... 1264
M. E. DUCRETET. — Poste récepteur pour la télégraphie hertzienne sans fils..... 1266
M. G. BREDIG. — Sur la conductibilité électrique des solutions de permanganate de potassium..... 1269
M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL rappelle à ce sujet les travaux de M. *Bouty*..... 1269
M. A. POINCARÉ. — Effets des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère. Exemple de l'application des formules... 1269
M. P. LEBEAU. — Sur l'iodure de glucinium. 1272
M. EDMOND BONJEAN. — Sur la présence naturelle de grandes proportions de chlorure de potassium et de chlorure de sodium dans le jus des raisins et dans les vins des régions salées de l'Oranie..... 1275
M. G. DENIGÈS. — Nouvelle réaction des alcools tertiaires et de leurs éthers..... 1277
M. ARNAUD. — Action des alcalis sur l'ouabaïne..... 1280
M. F. BODROUX. — Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur quelques phénols..... 1282
M. J. CAVALIER. — Sur les monoéthers phosphoriques..... 1285
M. J. WIESNER. — Influence de la lumière solaire diffuse sur le développement des plantes..... 1287
M. BALLAND. — Sur les avoines chocolatées. 1289
MM. F. BORDAS, JOULIN et DE RACZKOWSKI. — Amertume des vins..... 1291
M. F.-J. BOSC. — Pathogénie et histogenèse du cancer (maladie parasitaire)..... 1293
M. J.-J. ANDEER. — Ramollissement des os par la phloroglucine..... 1295
M. J. MARTY adresse plusieurs Mémoires relatifs à diverses questions d'Astronomie. 1297

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE..... 1297

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS

1898

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 19 (9 Mai 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADIMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MAI 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Méthode pour reconnaître et doser l'oxyde de carbone en présence des traces de gaz carburés de l'air;* par M. **Armand Gautier.**

« Dans une Communication précédente (1), j'ai montré que l'anhydride iodique transforme totalement en acide carbonique, dès 60°, l'oxyde de carbone qui peut être mélangé à l'air, et lors même que celui-ci ne contient qu'un trois cent millième de son volume, et moins encore, de ce gaz. Aux doses déjà très faibles de $\frac{1}{20000}$ et $\frac{1}{30000}$ les dosages sont concordants : pour chaque centimètre cube de CO il se fait un volume égal de CO^2 et il dégage $2^{mgr},268$ d'iode. J'ai dit comment on pouvait doser volumétriquement, avec exactitude, l'acide carbonique résultant de cette réaction. Mais la mesure en poids de l'iode mis simultanément en liberté est plus facile encore en raison de l'avidité très remarquable du cuivre pour ce métalloïde, circonstance qui permet de recueillir sous un petit volume, et de peser dans des conditions très précises, la totalité de l'iode dilué dans un très grand volume d'air. C'est ce que nous allons essayer d'établir d'abord.

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 935. Voir aussi les Notes antérieures, *ibid.*, p. 793 et 871.

» Pour une détermination d'oxyde de carbone, l'air, préalablement filtré dans un tube étroit garni de coton de verre, est lavé dans un peu de lessive de potasse, puis passe sur une courte colonne d'hydrate de baryte, et se sèche sur de l'acide phosphorique anhydre (1). Ainsi privé de ses poussières, de ses gaz acides et de son eau, il circule successivement dans deux tubes de verre liés entre eux sans caoutchouc, grâce à un rodage parfait, et placés à la suite dans une même étuve à air chaud à 100°-105°. Le premier de ces tubes, d'une longueur de $0^{m},28$ et du diamètre d'un gros tube à gaz, est rempli d'anhydride iodique; le second contient une colonne de $0^{m},18$ de cuivre pulvérulent réduit de son oxyde (2).

» Il est facile de montrer que cette petite quantité de cuivre suffit à enlever à l'air qui circule la totalité de l'iode qui peut y exister et quelle que soit, pour ainsi dire, la dilution de la vapeur d'iode.

» C'est ce que les expériences suivantes, prises parmi plusieurs autres bien concordantes, vont établir. Elles démontreront aussi que cette méthode de dosage est sûre et commode dans les cas ordinaires où l'air (ou tout autre gaz inerte) est mélangé de $\frac{1}{10000}$, ou plus, d'oxyde de carbone :

Vol. à 0° et 760^{mm} de CO introduit dans 10^{lit},630 d'air.	Volume de CO contenu dans l'air aspiré à travers l'appareil.	Poids d'iode calculé correspondant au CO aspiré.	Augmentation de poids du tube à cuivre.	Poids correspondant de CO^2 calculé.	Poids correspondant de CO^2 recueilli.
—	—	—	—	—	—
$9^{cc},64$ (3)....	$6^{cc},56$	$14^{mgr},90$	$14^{mgr},82$	»	»
$1^{cc},06$ (4)....	$0^{cc},813$	$1^{mgr},84$	$1^{mgr},82$	$1^{mgr},6$	$1^{mgr},6$

(1) Je donnerai dans une Note ultérieure les raisons de ce dispositif.

(2) Ce cuivre doit être réduit à l'hydrogène pur, que l'on remplace, à la fin, par un courant d'acide carbonique sec pendant le refroidissement; sans cette précaution, le cuivre réduit contient une petite proportion d'hydrogène combiné qui peut fausser les résultats. Cet hydrogène ne s'en va qu'un peu avant le rouge.

(3) *Éléments du calcul.* — Mesure de CO : pris $11^{cc},80$ de CO à H = $757^{mm},3$ et à 13°; volume mesuré sous la dépression de 112^{mm} de mercure soulevé; d'où :

$$\text{Volume du gaz à } 0^{\circ} \text{ et } 760^{mm} = 11^{cc},8 \times \frac{643,8}{760(1+\alpha.13)} = 9^{cc},64.$$

Après introduction du gaz CO dans le flacon vide de 10^{lit},63, et remplissage par de l'air, on aspire le mélange à travers I^2O^5 et Cu. Hauteur h_1 du manomètre du flacon de 10^{lit},63 au début, $h_1 = 37^{mm}$ à 12°; Hauteur barométrique $H_1 = 759^{mm}$ à 12°. Après aspiration des gaz du flacon, on a $h_2 = 539,5$ à 13° et $H_2 = 760^{mm}$ à 13°; d'où :

$$\text{Volume de CO aspiré à } 0^{\circ} \text{ et } 760^{mm} = 11^{cc},8 \times \frac{643,8}{760(1+\alpha.13)} \times \frac{501}{720,5} = 6^{cc},63,$$

et volume de CO corrigé de la vapeur d'eau = $6^{cc},56$.

(4) *Éléments du calcul.* — Mêmes valeurs pour les lettres que ci-dessus. Pris $1^{cc},32$

» Ces nombres, très satisfaisants pour les cas ordinaires, pourraient cependant, lorsqu'il s'agit de retrouver des traces seulement d'oxyde de carbone dans l'air, laisser encore quelque inquiétude en raison des faibles différences observées; on pourrait être porté à croire que, lorsque, grâce à l'absorption par le métal de la presque totalité des vapeurs d'iode de l'air circulant, celles-ci ont été amenées à un degré de dilution extrême, ces traces d'iode peuvent échapper à l'action du cuivre. Pour bien éclaircir ce point, j'ai, dans plusieurs de ces expériences, ajouté à la suite du tube à cuivre un tube garni de lessive de potasse destinée à arrêter les dernières traces d'iode. Dans un cas, j'ai fait circuler lentement, en huit heures environ, à travers tout l'appareil, 10^{lit} d'air contenant assez d'oxyde de carbone pour donner près de 15^{mgr} d'iode. Le cuivre placé à la suite de l'anhydride iodique en arrêtait la majeure partie; ce qui pouvait lui échapper se dissolvait dans la potasse. J'ai essayé de doser cette seconde quantité au moyen de la méthode de Rabourdin, modifiée de façon à retirer les moindres quantités d'iode (1). J'ai trouvé :

Iode arrêté par le cuivre.....	$14^{mgr},72$
Iode pouvant être passé à travers le cuivre et fixé sur la potasse. Maximum.....	$0^{mgr},011$ (2)

» Il suit de là : 1° que le cuivre réduit absorbe en totalité, à 100°, les

---

de CO pur mesuré avec une dépression de mercure de 112^{mm} à 13°. $H = 758^{mm}$ réduite à 0°; $h_1 = 38^{mm}$; $H_1 = 762^{mm}$ à 0°. Après extraction, $h_2 = 591^{mm}$ et $H_2 = 762^{mm}$ à 0°; d'où :

$$\text{Volume de CO aspiré} = 1^{cc},32 \times \frac{646 \times 553}{760(1 + \alpha.13)724} = 0^{cc},82$$

et, après déduction de la vapeur d'eau, volume définitif du CO aspiré $= 0^{cc},813$.

(1) Pour doser dans ces conditions les moindres traces d'iode, je sursature la lessive de potasse par de l'acide carbonique en refroidissant et j'épuise à froid et à plusieurs reprises le bicarbonate formé par l'alcool à 85° cent. Dans ces conditions, où il s'agit de très faibles poids d'iode, tout l'iodure, et même l'iodate, se dissolvent dans l'alcool. Ce dissolvant est distillé à faible température, et le résidu, acidulé par SO^4H^2 étendu, est additionné d'un peu de sulfure de carbone et de nitrite de soude; on agite et l'iode, qui vient colorer le sulfure, est dosé par comparaison avec une liqueur titrée d'iodure, ainsi que le pratique M. Nicloux.

Il ne faudrait pas, dans cette recherche, substituer la lessive de soude à celle de potasse, l'iodure de sodium étant très dissociable. La potasse employée doit être tout à fait exempte d'iode, condition assez difficile à réaliser.

(2) Ce nombre, déjà bien faible, doit être considéré comme trop fort, car j'ai trouvé dans la potasse que j'employais une trace d'iode préexistant.

vapeurs d'iode mélangées à l'air, ou du moins tant que celui-ci contient au delà de $0^{mgr},01$ d'iode en 10 litres ou 1^{mgr} par mètre cube d'air; 2° qu'un volume de $0^{cc},0044$ d'oxyde de carbone en 10 litres d'air, quantité qui en passant sur I^2O^5 met ce poids de $0^{mgr},01$ d'iode en liberté, peut être apprécié par la pesée du tube à cuivre, pourvu qu'on agisse sur une masse d'air suffisante; or ce volume de $0^{cc},0044$ d'oxyde de carbone en 10 litres répond environ au demi-millionième du volume d'air total (1).

» Désormais satisfait de l'exactitude de ma méthode et assuré, ainsi qu'il résulte des nombres précédents, que, *quelle que fût pour ainsi dire la dilution de l'oxyde de carbone dans l'air,* l'augmentation de poids en milligrammes du tube à cuivre multiplié par 0,441 donnait d'une façon précise, en centimètres cubes, le volume de l'oxyde de carbone préexistant, j'ai pensé pouvoir appliquer ces constatations à la recherche et au dosage de ce gaz et des hydrocarbures réducteurs qui peuvent se trouver dans l'atmosphère.

» Au début je me suis servi d'un aspirateur spécial de $103^{lit},800$, jaugé à 15°, qui permettait une circulation régulière et une mesure précise des volumes gazeux. L'air passait d'abord sur un filtre en laine de verre tassée qui arrêtait les corps solides en suspension, puis dans deux tubes légèrement inclinés, de $0^m,80$ de longueur, remplis de perles de verre humectées de potasse caustique pour absorber l'acide carbonique et les autres gaz acides, enfin dans deux tubes desséchants, à acide sulfurique et anhydride phosphorique sur laine de verre. Ainsi privé de CO^2 et bien sec, l'air arrivait sur la colonne à anhydride iodique suivie du tube à cuivre, l'un et l'autre placés à l'étuve à 100° et dans les conditions ci-dessus dites. Les gaz étaient ensuite reçus, lorsqu'il était nécessaire, dans une série de tubes destinés

---

(1) Les augmentations de poids du cuivre signalées dans les expériences de contrôle ci-dessus sembleraient accuser une perte d'iode un peu plus grande que celle qu'on recueille dans la potasse. Mais il faut remarquer que l'on a ici admis que l'oxyde de carbone employé était parfaitement pur et sec; or la moindre impureté tend à diminuer le poids de l'iode mis en liberté. Il faut observer aussi que ces expériences ne pourraient donner avec exactitude la limite d'erreur, au moyen des pesées, que si celles-ci sont faites avec toutes les précautions des pesées de haute précision. Dans tous les cas, dans ces expériences, il est nécessaire d'avoir toujours, sur l'un des fléaux de la balance, un tube de même volume, et autant que possible de même forme, que celui à peser; il sert de tare et de compensateur pour corriger les différences de pression et d'état hygrométrique de l'air pouvant se produire d'une pesée à l'autre. **C'est ce que nous avons toujours fait.**

à recueillir l'acide carbonique et l'eau produits. Les pesées du tube à cuivre m'ont donné les résultats suivants, que je calcule en oxyde de carbone dans les deux dernières colonnes :

		Iode, recueilli sur le cuivre et rapporté à 100^{lit} d'air.	CO correspondant calculé en cent. cubes pour 100 litres d'air.	CO correspondant exprimé en millionièmes du volume de l'air circulant.
		mgr	cc	
Air du laboratoire, mars 1894, temps couvert.		2,8	1,23	12,3
Air de la rue de l'École-de-Médecine à Paris (même mois et même temps).....		0,2	0,09	0,9
Air du boulevard Saint-Germain	Mars 1898. H = 758^{mm}, temps douteux.	0,11	0,048	0,48
	Même mois. Alternatives de beau et mauvais temps, t = 8° à 11°.....	0,46	0,20	2,0
	23 et 24 mars 1898. H = 752^{mm}. Grains; assez mauvais temps.....	2,1	0,93	9,3
	26 et 28 mars, beau temps. Passé 80^{lit} d'air seulement.....	0,0	0,0	0,0
	4 et 6 avril. Beau temps, H = 759^{mm} à 764^{mm}. Passé 110^{lit} d'air.....	0,0	0,0	0,0

» Pour des raisons que je discuterai plus tard, les quantités ainsi dosées me paraissent être des minima : il est probable que les réactifs employés pour laver l'air et le purger de ses gaz acides ont dissous une petite quantité des gaz à doser. Mais bien qu'approximatifs, ces dosages d'oxyde de carbone de l'air, et d'une partie des gaz réducteurs neutres qui l'accompagnent ne m'en semblent pas moins intéressants, puisqu'ils fixent, jusqu'à un certain degré, un point de la constitution de l'air (du moins de celui qu'on respire dans les grandes agglomérations urbaines) sur lequel nous n'avions jusqu'ici aucun renseignement. Quoi qu'il en soit, je ne donne ces nombres que pour prendre date et comme fournissant des indications préliminaires encore entachées, sans doute, d'erreurs sensibles.

» L'une de celles qu'il faut se garder de commettre consisterait à regarder l'iode mis en liberté par l'air qui circule sur l'acide iodique comme entièrement dû à l'oxyde de carbone. J'ai déjà établi (1) que différents gaz, en particulier les hydrocarbures en C^nH^{2n} et C^nH^{2n-2} qui peuvent se trouver dans l'air atmosphérique réduisent, *plus ou moins,* à 65°–100° l'anhydride iodique, tandis que l'hydrogène et les hydrocarbures saturés n'agissent pas.

(1) Voir *Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 936.

Il faut donc tenir compte, si l'on veut doser seulement l'oxyde de carbone, de la réduction de l'acide iodique due aux divers gaz qui peuvent l'accompagner, et voici, en dehors des précautions minutieuses de détail sur lesquelles je reviendrai prochainement, le principe de la méthode :

» Le tube contenant l'anhydride iodique est pesé sec après y avoir fait circuler, à 220°, de l'air préalablement séché sur de l'acide phosphorique. Le tube à cuivre également séché est aussi pesé exactement avec toutes les précautions déjà dites. Il est suivi d'un tube à acide phosphorique destiné à doser l'eau formée, puis d'un système de trois tubes à acide phosphorique, hydrate de baryte et acide phosphorique, pesés ensemble, où se recueille l'acide carbonique qui peut se former au contact de I^2O^5. Une colonne de ponce sulfurique, non pesée, empêche le reflux de l'humidité venue de l'aspirateur. Les tubes à anhydride iodique, à cuivre, à eau et à acide carbonique, doivent être pesés avec des tares en verre de mêmes volumes, et autant que possible de même surface, suspendues à l'un des fléaux de la balance; les décimilligrammes sont appréciés, la balance étant fermée, par la méthode des oscillations.

» Si l'on a fait passer à travers cet appareil 200^{lit} d'air au moins, l'oxyde de carbone tout entier et une partie des hydrocarbures s'y sont oxydés. Il en est résulté de l'acide carbonique et de l'eau que l'on pèse avec soin. Le poids d'oxygène qui leur correspond est facile à calculer. D'autre part la pesée de l'anhydride iodique indique, après l'expérience, une perte de poids qui, diminuée de celle de l'iode fixé sur le cuivre, donne exactement l'oxygène cédé par cet anhydride. Ce poids est, par rapport à celui de l'oxygène calculé d'après la totalité de l'eau et de l'acide carbonique produits, inférieur de tout celui de l'oxygène apporté par l'oxyde de carbone. Si l'on multiplie cette différence d par le coefficient 1,75 (rapport du poids de l'oxygène O au poids du CO correspondant) on aura le poids de l'oxyde de carbone contenu dans l'air analysé (1).

» Telle est la méthode : elle est fondée, il est vrai, sur l'appréciation

---

(1) On pourrait objecter seulement que d'autres corps que CO, contenus peut-être dans l'air en quantité excessivement faible même par rapport aux doses déjà bien petites d'oxyde de carbone, peuvent apporter aussi de l'oxygène. Mais ces corps oxygénés, presque hypothétiques, devraient être volatils pour exister dans l'air. Or je me suis assuré que les vapeurs d'alcool méthylique, d'aldéhyde et d'acétone ordinaire, mélangées préalablement en petite quantité à l'air que l'on fait circuler ensuite dans la lessive de potasse, l'acide sulfurique et l'acide phosphorique avant de passer sur l'anhydride iodique, ne donnent aucune augmentation de poids du tube à cuivre.

de différences très petites. Mais, d'une part, rien ne s'oppose à ce que les grandeurs à mesurer augmentent autant qu'on voudra, puisqu'il suffit de faire croître le volume de l'air sur lequel on opère; d'autre part, il s'agit simplement d'apprécier avec exactitude les poids de l'eau et de l'acide carbonique formés dans la réaction, et cette partie de la méthode paraît ne pas offrir de causes sérieuses d'erreur. Je me propose cependant, dans une prochaine Note, de faire connaître les difficultés qui m'ont un certain temps arrêté dans le dosage précis de l'eau et de l'acide carbonique transportés par un grand volume d'air, problème que je croyais, avec tous les chimistes, je pense, déjà résolu d'une façon tout à fait satisfaisante.

» Lorsque l'air et ses gaz combustibles ont circulé sur l'anhydride iodique et que l'oxyde de carbone et une partie des hydrocarbures ont été oxydés, les autres gaz combustibles de l'air s'échappent de l'appareil. Il est possible de les doser et même de les séparer partiellement. Je reviendrai bientôt sur cet intéressant sujet. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les pertes d'ammoniaque qui accompagnent la fabrication du fumier de ferme;* par **M. P.-P. Dehérain.**

« L'odeur d'ammoniaque qu'on perçoit dans les locaux habités par les animaux de la ferme, particulièrement dans les bergeries, indique qu'une fraction de l'azote contenu dans les déjections se dissipe dans l'atmosphère. Il y a quelques années déjà (1), MM. Müntz et Girard ont précisé ces pertes à l'aide de la méthode suivante : on pèse avec grand soin la ration consommée par les animaux pendant la durée de l'expérience et l'on détermine l'azote qu'elle renferme. Si, pendant le passage des aliments dans l'organisme, aucune partie de l'azote ne se dégage à l'état libre, on doit retrouver, dans l'augmentation de poids des animaux et dans leurs déjections, tout l'azote ingéré. Or, quand les déjections sont recueillies sur des litières de paille et qu'on dose, à la fin des essais, l'azote contenu dans le fumier produit, qu'on y ajoute l'azote fixé par l'organisme animal, on constate que cette somme est bien inférieure à l'azote des aliments; il arrive parfois que la déperdition s'élève à la moitié, plus souvent au tiers de l'azote ingéré.

» On estime à 800 millions de francs la valeur du fumier produit chaque

(1) *Annales agron.*, t. XIX, p. 5; 1893.

année en France; si cette valeur était augmentée d'un tiers, par la conservation de l'azote actuellement perdu, on voit que la plus-value serait de 260 millions environ.

» Pour éviter cette énorme déperdition de matières fertilisantes, on a proposé d'ajouter au fumier accumulé dans la cour de ferme des sulfates de calcium ou de fer, ou encore de répandre sous les animaux des phosphates acides, mais un examen attentif de ces modes de traitement a montré qu'ils sont impraticables.

» Au moment de reprendre cette importante question, j'ai voulu savoir si le mode de calcul employé par MM. Müntz et Girard était absolument légitime, si tout l'azote ingéré par les animaux se retrouve dans leurs déjections, quand leur augmentation de poids est nulle ou très faible, et si c'est seulement quand ces déjections, reçues par les litières, séjournent sous les animaux que la perte devient sensible.

» Deux de mes élèves, attachés l'un et l'autre à l'École de Grignon, MM. P. Gay et Dupont, ont exécuté avec grand soin ce travail préliminaire (1).

» En recueillant exactement les déjections d'un bélier, les auteurs y ont retrouvé presque entièrement l'azote des aliments; la perte a été 4 pour 100 seulement. Mais quand l'animal a reposé sur une litière de paille, qui a été analysée à la fin des quinze jours d'observation, on a constaté une perte de 22 pour 100 de l'azote ingéré.

» Se dégage-t-il, pendant la fermentation qui amène les matières excrémentitielles : urée, acide urique, acide hippurique, à l'état de carbonate d'ammoniaque, de l'azote libre? C'est là une question qui est maintenant à l'étude; je ne m'occuperai aujourd'hui que des pertes d'ammoniaque.

» Or, nous avons sur ce sujet des données très intéressantes fournies, il y a quelques années déjà, par MM. Berthelot et André (2). Les auteurs établissent que le carbonate d'ammoniaque se dissocie dans l'eau, et que les deux gaz s'échappent séparément de la dissolution : l'acide carbonique d'abord, l'ammoniaque ensuite et que, d'après leur expression même, c'est « le départ de l'acide carbonique qui règle celui de l'ammoniaque ».

» En répétant les expériences de MM. Berthelot et André, j'ai naturellement retrouvé leurs résultats; à l'air libre une dissolution de carbonate d'ammoniaque perd en trente jours : 73 pour 100 de son ammoniaque; en

---

(1) *Ann. agron.*, t. XXIV, p. 123; 1898.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XI, p. 341; 1886.

vase clos, en plaçant seulement, dans la conserve d'expérience, une capsule à acide sulfurique dilué, on trouve qu'après trois jours, 12,1 pour 100 de l'ammoniaque se sont dissipés et 24,2 en huit jours; mais si l'on introduit dans la conserve, en même temps qu'une capsule à acide sulfurique, une capsule à soude caustique pour absorber l'acide carbonique à mesure qu'il s'échappe, on trouve qu'après trois jours la dissolution a perdu 39,3 de l'ammoniaque primitive et après huit jours 83,1.

» C'est donc bien le départ de l'acide carbonique qui règle le dégagement de l'ammoniaque; il était facile d'en déduire que si, au lieu de favoriser ce dégagement d'acide carbonique en l'absorbant à mesure qu'il se diffuse dans l'atmosphère, on l'empêche en introduisant de l'acide carbonique dans les conserves à carbonate d'ammoniaque, les pertes d'ammoniaque se trouveront singulièrement réduites. On a trouvé, en effet, qu'après cinq jours, la dissolution, maintenue dans une atmosphère d'acide carbonique, renfermait encore 99,1 pour 100 de l'ammoniaque primitive.

» Cette expérience est grosse de conséquences pratiques, comme nous allons le voir dans un instant.

» Il importait, toutefois, avant d'en déduire des règles pour la fabrication régulière du fumier, de s'assurer qu'en opérant sur de l'urine ou de l'urine mélangée à la paille, on obtiendrait des résultats semblables à ceux que fournit le carbonate d'ammoniaque.

» Quand on expose à l'air libre de l'urine préalablement stérilisée, puis ensemencée avec du crottin de cheval, elle perd en un mois 45 centièmes de son azote primitif; il reste dans le liquide de l'ammoniaque et une certaine quantité d'azote engagé dans une combinaison organique; en vase clos ou dans l'acide carbonique, les pertes se réduisent à 6,6 et à 5,6 pour 100; la fermentation est cependant très avancée, car on ne retrouve à l'état organique que 12 centièmes de l'azote primitif.

» Quand, en vase clos, on absorbe l'ammoniaque à l'aide d'acide sulfurique, on observe que les pertes d'ammoniaque sont assez lentes à se produire : après cinq jours, elles sont encore nulles, bien que déjà 21 centièmes de l'azote primitif soient amenés à l'état d'ammoniaque; après onze jours, la diffusion s'est produite, on trouve dans l'acide sulfurique 19 centièmes de l'azote primitif.

» En opérant encore en vase clos, mais en absorbant à la fois l'acide carbonique et l'ammoniaque, on retrouve après cinq jours, dans l'urine, 97,1 de l'azote primitif, et seulement 48,0 après onze jours. L'urine se comporte donc comme la dissolution de carbonate d'ammoniaque, mais il est

bien à remarquer que la fermentation ammoniacale ne se produit qu'après quelques jours.

» Si pour imiter ce qui a lieu dans les étables on fait tomber l'urine sur de la paille hachée, et que la proportion de l'urine soit considérable par rapport à celle de la paille : qu'on introduise par exemple 4 d'urine dans 1 de paille, celle-ci n'est pas capable d'absorber tout le liquide; exposé à l'air un pareil mélange perd pendant l'été (juin 1897) : en deux jours, 58,3 de l'azote primitif, 70 en quatre jours, 72,6 en six jours, et 75,7 en huit jours.

» Dans une ferme pauvre et mal tenue, les litières sont parcimonieusement distribuées et les urines non absorbées restent exposées à l'air; les pertes deviennent énormes; elles diminuent beaucoup quand les litières sont distribuées assez copieusement pour absorber toutes les urines émises; en huit jours, on a constaté une perte de 7,2 pour 100 de l'azote primitif, quand le rapport de la paille à l'urine a été $\frac{1}{2}$.

» Pour bien montrer que ce mélange de paille et d'urine se comportait comme l'urine isolée ou le carbonate d'ammoniaque, on a opéré en vase clos, mais en absorbant l'acide carbonique par la soude caustique, et l'ammoniaque par l'acide sulfurique. Après trois jours, il y avait déjà 690^{mgr} d'acide carbonique dans la soude et seulement 21^{mgr} d'azote ammoniacal dans l'acide sulfurique, ce qui correspond à 7,9 pour 100 de l'azote primitif; on a trouvé ensuite que les quantités d'azote échappées du fumier s'élevaient à 31,5 en six jours, 52,6 en huit et 59,7 en douze.

» Tout au contraire, si l'on place le mélange de paille et d'urine dans une atmosphère d'acide carbonique, on retrouve dans le fumier tout l'azote introduit, bien qu'une grande partie ait passé à l'état d'ammoniaque. L'urine fermente donc dans une atmosphère d'acide carbonique, mais toute l'ammoniaque formée reste dans le liquide et ne se diffuse pas dans l'atmosphère.

» Or, j'ai montré, il y a plusieurs années, que lorsque le fumier est bien tassé sur la plate-forme, comme nous le faisons à l'École de Grignon, la fermentation y est très active et l'atmosphère intérieure très chargée d'acide carbonique (1). Sa présence empêche la diffusion de l'ammoniaque, et si l'on entraîne, à l'aide d'un aspirateur, cette atmosphère au travers d'acide sulfurique titré, on ne constate aucun dégagement d'ammoniaque.

» Il ne se produit donc dans un fumier en pleine fermentation aucune

(1) *Ann. agron.*, t. X, p. 385; 1884.

perte d'ammoniaque. Toutes les additions capables d'arrêter la fermentation sont nuisibles; les arrosages fréquents avec le purin sont au contraire très avantageux.

» Les faits précédents prouvent clairement que les pertes se produisent non pas dans le fumier réuni en tas dans la cour de ferme, mais bien dans les étables ou bergeries quand les litières salies séjournent sous les animaux; en enlevant ces litières tous les jours, pour les conduire à la plate-forme, on écartera la déperdition de l'ammoniaque, car la fermentation ne commencera à se produire que lorsque les litières seront déjà recouvertes et par suite plongées dans une atmosphère d'acide carbonique.

» Toutefois, si les litières ne sont pas abondantes, une partie des urines s'écoule dans les rigoles; elles ne doivent pas y rester, il faut laver à grande eau et diriger les liquides vers la fosse à purin où arrivent également les égouttements du fumier.

» Ce purin est recueilli dans une fosse qui communique avec l'air; l'atmosphère renferme de l'acide carbonique, mais pas d'ammoniaque. Si même on fait passer un courant d'air au travers du purin, pendant plusieurs jours, et que l'on analyse l'air qui a barboté dans le liquide, on y trouve de l'acide carbonique et pas d'ammoniaque.

» En comparant la composition du purin, après le passage de l'air, à ce qu'elle était au début, on trouve que l'ammoniaque n'a pas varié, mais que l'acide carbonique a augmenté; la combustion de la matière organique y est donc constante, et l'excès d'acide carbonique formé empêche la déperdition de l'ammoniaque.

» Si, dans beaucoup d'exploitations bien tenues, on change très souvent les litières dans les étables ou les écuries, on ne cure au contraire les bergeries qu'à de longs intervalles : une fois par mois, par exemple; c'est là une habitude à laquelle il faudra renoncer; elle entraîne des pertes d'ammoniaque considérables et exerce souvent une influence fâcheuse sur la santé des animaux.

» En résumé, les règles à suivre pour éviter les pertes d'ammoniaque pendant la fabrication du fumier sont très simples :

» 1° Conduire les litières salies sur la plate-forme, le plus souvent possible : tous les jours, par exemple;

» 2° Laver les rigoles de façon à ne pas y laisser séjourner les urines;

» 3° Arroser souvent le fumier avec le purin, de façon à y déterminer

une fermentation active; la production constante de l'acide carbonique, dans la masse bien tassée, s'oppose absolument à la diffusion de l'ammoniaque. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur le développement progressif de la grappe de raisin.* Note de MM. **Aimé Girard** et **Lindet**.

« L'étude que nous avons faite en 1893 et 1894 (1) sur la composition des raisins des différents cépages de France nous a engagés en 1895 à rechercher les transformations successives que la grappe subit dans ses différentes parties avant d'atteindre la maturité, c'est-à-dire l'état où nous l'avions examinée précédemment.

» Pour donner aux résultats un caractère aussi général que possible, nous avons soumis à la même analyse et simultanément des raisins de trois cépages différents, nettement caractérisés, et provenant de régions différentes aussi : des raisins d'*Aramon* (Hérault), des raisins de *Petit-Verdot* (Gironde), des raisins de *Pinot-Noir* (Saône-et-Loire). Nous avons pu faire des raisins de chacun de ces cépages cinq analyses successives, espacées d'une quinzaine de jours. Les échantillons ont toujours été choisis et expédiés avec le plus grand soin par trois des viticulteurs qui nous avaient déjà prêté leur concours en 1893, M. Crassous, M. G. Roy, M. E. Pétiot, auxquels nous adressons nos vifs remercîments. Les chiffres que nous donnons ici ne sont relatifs qu'au cépage Aramon; les autres résultats, ainsi que les détails des recherches, devant être publiés très prochainement dans le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*.

» I. La rafle, qui soutient les grains, n'est pas sujette au même accroissement que ceux-ci; quelle que soit la maturité du raisin, les rafles de grappe moyenne, c'est-à-dire celles qui portent le même nombre de grains, présentent des poids sensiblement égaux.

» Aussi, doit-on s'attendre à ce que la composition chimique de ces rafles varie dans de faibles limites, et les seules différences que l'on constate tiennent, d'une part, à ce que la rafle se dessèche au cours de la maturation, d'autre part, à ce que la poussée vers le grain des matériaux éla-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 182, et *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, p. 694; 1895.

borés par les feuilles et les racines est plus ou moins active, ainsi que le Tableau ci-dessous permet de le juger.

Rafle supposée sèche.

	13 juillet.	29 juillet.	10 août.	26 août.	9 septembre.
Eau.....	90,24	81,61	80,65	80,16	74,53
Sucres.....	non dosés.	non dosés.	5,52	14,91	4,00
Bitartrate de potasse....	10,86	6,41	5,21	5,69	3,37
Acide tartrique libre....	néant.	néant.	0,05	0,10	0,23
Tannin { normal.....	10,24	4,78	3,87	5,69	4,86
Tannin { anhydride.....	7,14	4,09	3,46	4,83	5,37
Matières azotées.....	non dosées.	5,43	4,18	6,45	4,94
Celluloses	non dosées.	41,65	44,13	45,51	41,61
Matières minérales (1) ..	non dosées.	7,22	7,12	non dosées.	8,59
Matières non dosées.....	»	»	26,46	»	27,03
	»	»	100,00	»	100,00

» Cette inégalité dans la circulation à travers la rafle, dont il a été parlé plus haut, fait varier la proportion des sucres réducteurs entre des limites très éloignées ; cette proportion est naturellement plus forte au moment de la véraison, comme si, dirigée vers cette pulpe qui ne peut la loger assez vite, la matière sucrée s'arrêtait en attente dans le canal d'alimentation que la rafle constitue.

» Les variations que la rafle subit dans la teneur de ses éléments acides suivent la même loi. La quantité de ces éléments acides (et spécialement la quantité de tartre) y diminue pendant que le grain mûrit. La production des acides se ralentit et ne compense plus les quantités qui s'accumulent dans le grain.

» Mais les autres éléments, les matières azotées, les matières ligneuses, les cendres se présentent en quantité constante, quelle que soit l'époque de la cueillette.

» Nous avons repris en 1895 l'étude, que nous avons ébauchée en 1894, d'un produit brun, de goût âpre, auquel nous avions donné le nom très impropre de *matière résineuse*. Cette matière appartient à la classe des *phlobaphènes*, et si l'on adopte l'opinion d'Etti, elle doit être considérée comme l'anhydride du tannin que les rafles renferment. Nous l'avons extraite de plusieurs façons, mais de préférence en faisant macérer les rafles dans l'éther à 53°, en évaporant dans le vide froid la couche hydro-

(1) Déduction faite du carbonate de potasse des rafles.

alcoolique que la diéthéralyse détermine et précipitant par l'eau le sirop obtenu ; le phlobaphène égoutté, puis séché sur l'acide sulfurique dans le vide, est une poudre brune, très peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante, soluble dans l'alcool et l'éther, soluble dans les alcalis et précipitable par les acides, soluble dans le tannin, précipitable par l'eau de brome, le chlorure de sodium, d'ammonium, etc. Il donne une coloration verte avec les sels de fer, précipite l'albumine et la gélatine, fournit de l'acide protocatéchique par l'action de la potasse fondante. Il offre donc les mêmes propriétés et, soumis d'ailleurs à l'analyse organique, il donne les mêmes chiffres de carbone (57,35 et 57,85) et d'hydrogène (4,71 et 4,75) que le phlobaphène qu'Etti a retiré des écorces de chêne et des cônes de houblon.

» Le dosage du tannin et du phlobaphène nous a montré un fait physiologique intéressant : c'est que ces deux matières se rencontrent souvent dans les rafles formant une somme constante; si un abaissement vient à se produire dans la teneur en tannin, il est compensé par la teneur en phlobaphène; le phénomène inverse a lieu, et il n'est pas téméraire de voir dans le tannin normal la forme de voyage des matériaux de cet ordre, et, dans son anhydride, leur forme de réserve.

» II. Des trois parties dont le grain est formé, la pulpe seule augmente de poids pendant la maturation; la peau et les pépins ne semblent pas contribuer à l'accroissement de ce grain. Le Tableau suivant indique le poids de peaux, de pépins et de pulpe, que renferment 100 grains de raisin Aramon :

	13 juillet.	29 juillet.	10 août.	26 août.	9 septembre.
	gr	gr	gr	gr	gr
Peaux.....	24,10	23,10	27,50	27,20	28,69
Pépins.....	6,80	9,25	8,95	8,00	7,11
Pulpe.....	87,10	202,70	288,50	364,80	414,20
Poids de 100 grains.....	118,00	235,05	324,95	400,00	450,00

» Le poids des peaux reste constant; le poids des pépins s'abaisse, au moment de la maturité; seul, le poids de pulpe s'accroît avec une étonnante rapidité.

» Cependant, chacune des parties constituantes du grain, même quand son poids semble rester stationnaire, est le siège de transformations intéressantes, et ce sont ces transformations, subies par l'un de nos raisins, l'Aramon, que résume le Tableau suivant, où les chiffres expriment les

quantités de matériaux accumulés dans la pulpe, les peaux et les pépins de 100 grains de raisin :

		13 juillet.	29 juillet.	10 août.	26 août.	9 sept.
		gr	gr	gr	gr	gr
Dans la pulpe de 100 grains.	Sucres réducteurs	0,43	2,19	15,56	35,98	57,57
	Bitartrate de potasse	0,41	0,86	1,63	1,68	2,34
	Acide tartrique libre	0,31	1,01	0,80	0,44	0,22
	Acide malique	1,95	3,65	4,39	2,08	1,99
	Acides autres (1)		1,15	0,86	2,00	1,03
	Matières azotées	0,10	0,30	0,43	0,51	1,21
	Matières minérales (2)	0,06	0,14	0,17	0,40	0,67
Dans les peaux de 100 grains.	Matière sèche	3,22	3,82	5,54	6,09	6,55
	Bitartrate de potasse	0,08	0,29	0,26	0,14	0,09
	Acide tartrique libre	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
	Acide malique et autres (1)	0,47	0,37	0,25	0,20	0,23
	Tannin normal	0,12	0,23	0,27	0,27	0,28
	Tannin anhydride	0,13	0,23	0,36	0,22	0,23
	Matières azotées	0,12	0,28	0,30	0,39	0,66
	Celluloses	»	2,60	»	2,34	1,98
	Matières minérales (2)	0,08	0,08	0,19	0,17	0,42
Dans les pépins de 100 grains.	Matière sèche	0,78	4,39	5,28	5,00	4,50
	Huile	0,05	0,54	0,89	0,98	0,79
	Tannin normal	0,11	0,32	0,37	0,30	0,19
	Tannin anhydride	0,10	0,15	0,10	0,12	0,35
	Matières azotées	0,14	0,42	0,44	0,41	0,35
	Celluloses	»	2,49	2,60	2,50	2,14
	Matières minérales (2)	»	0,11	0,14	0,14	0,11

» A. *Étude de la pulpe.* — Durant la première période de la végétation du grain, la pulpe se constitue, s'enrichit de matériaux divers et principalement d'éléments acides; mais le sucre n'y apparaît qu'en petite quantité; au moment de la véraison, qui s'est produite pour l'Aramon vers le 9 août, c'est-à-dire à la troisième cueillette, le régime physiologique se modifie : le sucre s'accumule dans la pulpe qui se forme et se déshydrate, pendant que les éléments acides disparaissent.

» Nous avons rencontré quelquefois, surtout dans la pulpe de raisins verts, à côté du sucre réducteur, et sans que nous puissions affirmer l'exis-

(1) Exprimés en acide malique.
(2) Déduction faite du carbonate de potasse du tartre.

tence du saccharose, une petite quantité de sucre susceptible d'inversion. Le pouvoir rotatoire du sucre réducteur a été toujours, au début, trouvé dextrogyre, atteignant jusqu'à 65°, et supérieur par conséquent à celui du dextrose. Nous avons assisté, pendant la maturation, à l'apport continu du lévulose lévogyre, et avons constaté, à la maturité, que les deux sucres s'étaient, dans la pulpe, accumulés en parties égales; ces faits avaient été d'ailleurs mis déjà en évidence par plusieurs expérimentateurs, MM. Bouffard, Dugast et Pousset, etc.

» Si l'on considère le poids d'acide tartrique libre et combiné, contenu dans la pulpe de 100 grains, on remarque que celui-ci augmente continuellement; une partie de l'acide tartrique formé peut être brûlée, mais la plus grande partie est fixée à l'état de bitartrate de potasse; l'acide tartrique libre, l'acide malique (que nous sommes parvenus à doser en nous basant sur la différence de solubilité à chaud et à froid du malate de plomb), les autres acides, parmi lesquels nous avons reconnu la présence de l'acide glycolique, disparaissent par combustion directe.

» Nous avons établi par des expériences nombreuses, et en disséquant des grains de différente maturation, qu'au début de la végétation, la zone de pulpe environnant les pépins est plus riche en sucre, plus pauvre en acides, que la zone périphérique, et que, dès la véraison, au moment où les acides commencent à disparaître, le régime de distribution change totalement, la pulpe extérieure devenant plus sucrée et moins acide que la pulpe située au centre du grain.

» Au moment de la maturité, on voit la quantité de matières azotées contenues dans 100 grains, augmenter dans des proportions considérables, devenir triple, quadruple et même, dans le cas de l'Aramon, décuple de ce qu'elle était au début. Il en est de même des matières minérales qui s'accumulent dans la pulpe au dernier moment de la maturité. Les peaux, dont nous parlerons plus loin, subissent également cette augmentation brusque dans la teneur en matières azotées et en matières minérales.

» B. *Étude des peaux*. — Le peu de variabilité que l'on observe dans le poids de la peau recouvrant chaque grain montre que celle-ci se distend au fur et à mesure que le grain grossit; mais elle ne conserve pas une composition constante; elle se déshydrate peu à peu et s'assimile de nouveaux matériaux sans changer sensiblement de poids.

» Les éléments acides se modifient; le poids de bitartrate de potasse, contenu dans 100 peaux, augmente jusqu'à la véraison puis diminue rapi-

dement; les acides malique et autres, accumulés dès le début dans le grain, tendent à disparaître bien avant la maturation.

» Le tannin, qui, dans ce cas encore, est accompagné de son anhydride, augmente en poids jusqu'à la véraison, et, à partir de cette époque jusqu'à la maturité, il reste stationnaire.

» La production de cette matière odorante, dont nous avions signalé autrefois l'importance, et qui impose au vin le caractère du cépage dont il provient, devait naturellement attirer notre attention. Nous avons fait macérer des peaux de chaque cueillette dans l'alcool faible; aidés de l'expérience d'un dégustateur émérite, M. Cuvillier, nous avons constaté que, au début, les liqueurs alcooliques présentaient un goût de *vert* prononcé, et que l'on ne percevait nettement le bouquet dont nous avons parlé que quand la véraison avait commencé; ce bouquet s'accentuait alors jusqu'à la maturité et devenait caractéristique du cépage.

» C. *Étude des pépins*. — Les pépins semblent avoir une vie beaucoup plus indépendante. Une fois le pépin constitué, c'est-à-dire avant même la véraison, le poids des celluloses, des matières azotées, des matières minérales reste sensiblement constant. Il en est de même du tannin et de son anhydride dont les poids, ainsi qu'il a été dit à propos de la rafle, sont complémentaires, le tannin augmentant au début, tandis que le phlobophène tend à disparaître, celui-ci reparaissant à la fin de la maturation, au moment où le tannin diminue.

» Les pépins, noyés dans la pulpe même, se dessèchent progressivement et perdent plus de la moitié de leur poids d'eau. Mais ce n'est pas seulement à cette dessiccation qu'il faut attribuer la diminution de poids des pépins de 100 grains que nous avons signalée plus haut. Une certaine quantité de l'huile, dont la production a été progressive au cours de la végétation, disparaît au dernier moment, par un phénomène de combustion intracellulaire. Le pépin perd en même temps une partie de sa matière azotée, de ses celluloses et de ses matières minérales. Cette modification coïncide avec une production plus abondante des acides gras volatils que nous avons cette année reconnus être en partie à l'état libre, mais surtout à l'état de glycérides. »

CHIRURGIE. — *Des modifications subies par les lambeaux dermiques dans la greffe autoplastique et des conditions qui favorisent leur accroissement en surface;* par **M. Ollier.**

« Dans ma précédente Communication sur les greffes autoplastiques, comme moyen de réparer les grandes pertes de substance de la peau (1), j'ai envisagé surtout la question au point de vue chirurgical. Il me reste à l'examiner au point de vue physiologique, c'est-à-dire à étudier les modifications que subissent les transplants dans leur structure, leur nutrition et leurs dimensions, en rapprochant ces faits des observations analogues consignées dans l'histoire de la greffe animale. Mais je n'insisterai pas sur cet ordre d'arguments; malgré l'analogie qu'on trouve dans les processus d'adhésion et dans les conditions qui les favorisent, c'est uniquement par les faits observés sur l'homme que nous pouvons connaître la valeur de la greffe en Chirurgie.

» Le point que je veux envisager particulièrement aujourd'hui, c'est l'accroissement des lambeaux de peau transplantés et le mécanisme de leur augmentation en surface. Et d'abord cet accroissement existe-t-il? Est-il réel ou apparent? Dans le fait que j'ai soumis à l'Académie, en l'accompagnant de dessins très démonstratifs, l'augmentation en surface des lambeaux dermiques transplantés sur une plaie, après séparation complète, est incontestable. Deux de ces lambeaux, longs de $0^{m},09$, ont aujourd'hui $0^{m},11$ environ (110^{mm} et 116^{mm}) et pour cette mensuration je ne tiens compte que de la partie réellement dermique, et je néglige la zone périphérique due aux expansions conjonctivo-épidermiques parties des bords du lambeau. Ces expansions périphériques augmentent bien la surface apparente du lambeau, mais ne constituent pas une peau véritable; elles sont le résultat de la prolifération des cellules de la couche de Malpighi. Les greffes faites sur le blanc avec la peau de nègre permettent bien de saisir ce processus.

» Cette zone périphérique se confond avec les bords amincis du lambeau taillé par le bistouri ou le rasoir, mais elle se distingue toujours de la partie dermique épaisse, souple, douce au toucher, garnie ou non de poils, qui

(1) *Comptes rendus,* 1er mai 1898.

constitue la portion fondamentale de la greffe autoplastique. L'accroissement en surface de ce derme transplanté, démontré par des mensurations faites à diverses époques, est un fait difficile à expliquer, parce qu'il est en contradiction avec ce que nous savons sur l'avenir des lambeaux de tissus vivants transplantés, chez l'adulte.

» L'atrophie plus ou moins grande des tissus transplantés est la règle; et le plus souvent l'atrophie arrive bientôt à la résorption complète pour les lambeaux transplantés au milieu des tissus où ils ne vivent pas normalement.

» Quelque rapide et complète que soit l'adhésion, quelque nombreuses que soient les relations vasculaires qui s'établissent entre le transplant et le sujet récepteur, nous n'avons jamais vu sur l'homme le transplant prendre une nouvelle énergie végétative. Il y a, du reste, ici une différence essentielle à établir suivant l'âge des sujets, et nous pouvons à cet égard invoquer les faits expérimentaux pour nous en rendre compte.

» Un transplant, pris sur un sujet adulte qui n'a plus à grandir, n'acquiert pas de propriétés végétatives nouvelles par le fait de la transplantation. Il peut paraître, à un moment donné, turgescent, plus épais, grâce à l'activité d'une circulation nouvelle qui l'irrigue abondamment; mais cette turgescence n'est que temporaire, et bientôt le tissu transplanté reprend sa dimension première et diminue ensuite plus ou moins rapidement.

» Si le transplant est pris sur un sujet jeune, qui a encore beaucoup à grandir, les conditions sont différentes, ses éléments cellulaires n'ayant pas épuisé leur énergie proliférante.

» En expérimentant sur les animaux, on voit que la transplantation peut augmenter, et même considérablement, les propriétés végétatives de certains tissus. Duhamel l'a depuis longtemps démontré en greffant des ergots de jeunes poulets dans des crêtes de coq. Dans ces conditions, le transplant s'hypertrophie et peut acquérir une longueur de plusieurs pouces.

» Les lambeaux de périoste transplantés au milieu de tissus étrangers à l'ossification éprouvent immédiatement une suractivité de leur prolifération cellulaire. Ils fournissent, au bout de quelques jours, une masse de cartilage et d'os supérieure à celle qu'ils auraient fournie normalement dans le même laps de temps. Mais cette suractivité végétative n'est que temporaire, et leur rendement final n'est pas supérieur à celui qu'ils auraient fourni dans des conditions normales, sauf dans les conditions

d'irritation méthodique et progressive que j'ai étudiées autrefois à propos des os hétérotopiques.

» Dans notre fait de greffes cutanées autoplastiques nous nous trouvons dans des conditions tout à fait différentes. Le sujet avait cinquante ans et l'accroissement normal de la peau était depuis longtemps arrêté. Comment alors expliquer l'augmentation en surface que nous avons constatée?

» Cette augmentation n'a pas porté proportionnellement sur tous les lambeaux, et elle ne s'est pas également manifestée dans tous les sens. S'il est des lambeaux qui ont augmenté d'un quart en longueur, d'autres n'ont pas sensiblement varié. L'ensemble des greffes a cependant augmenté puisque l'espace qu'elles recouvrent est plus long de 4^{cm} et plus large de 15^{mm}.

» Pour nous, la cause de cet agrandissement de l'espace occupé primitivement par la plaie (espace qui aurait dû se rétrécir beaucoup si la plaie eût guéri par cicatrisation naturelle) tient aux mouvements de la région et à l'extension exercée sur les lambeaux dermiques par ces mouvements. Le genou est devenu plus mobile depuis que l'opération a fait disparaître le tissu cicatriciel qui bridait les mouvements, et c'est sur la partie postérieure de la plaie que dans l'extension du membre les tissus éprouvent la plus grande tension. Or, ce sont justement les lambeaux situés en arrière qui présentent l'accroissement le plus considérable.

» L'augmentation en surface des lambeaux n'est pas uniquement expliquée, sans doute, par le phénomène physique de l'extension exercée sur eux. En augmentant en surface, ils n'ont pas perdu leur épaisseur. L'extension répétée dans les mouvements du membre provoque certainement des modifications nutritives par l'irritation de leurs éléments anatomiques. Cette irritation est suivie d'un certain degré d'hyperplasie interstitielle qui conserve aux lambeaux leur épaisseur et leur consistance, comme lorsque la peau normale est refoulée par le développement d'une tumeur profonde. Les lambeaux dermiques, qui s'étaient retirés sur eux-mêmes par une rétraction inévitable au moment de leur séparation, paraissent particulièrement disposés à éprouver ces effets de l'extension. Ils sont en quelque sorte déplissés par les tiraillements périphériques. Ce qui vient, en outre, confirmer la théorie que nous exposons, c'est que les poils qu'on retrouve sur les lambeaux sont plus éloignés les uns des autres que dans la région où le lambeau a été pris; mais ce sont là des points de repère difficiles à préciser. Quoi qu'il en soit, rien ne vient démontrer l'agrandissement

propre, spontané, c'est-à-dire l'agrandissement par hypernutrition ou hyperplasie interstitielle et primitive du lambeau. Jamais nous n'avons observé cette augmentation en surface des lambeaux transplantés sur des régions fixes ou qui ne sont pas soumises à des mouvements étendus. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'obtention de cultures et d'émulsions homogènes du bacille de la tuberculose humaine en milieu liquide et « sur une variété mobile de ce bacille »*. Note de M. **S. Arloing**.

« Dans le but de me livrer à des études sur le phénomène de l'agglutination, je tentais depuis longtemps d'obtenir des émulsions homogènes de bacilles de Koch, en partant de cultures sur milieu solide. Ces tentatives avaient très médiocrement réussi; mais, dernièrement, j'ai atteint mon but de deux manières : 1° en obtenant sur milieu solide des cultures faciles à émulsionner; 2° en obtenant des cultures homogènes dans du bouillon glycériné.

» Pareil changement dans l'état de ce bacille étant difficile à réaliser, je juge utile de dire mon *modus faciendi*.

» I. J'ai obtenu les premières sur la pomme de terre cuite. Le succès est subordonné à la qualité des pommes de terre et à l'imprégnation constante du support nutritif par l'eau glycérinée.

» Les pommes de terre qui ne brunissent pas à la cuisson, qui abandonnent facilement au lavage l'amidon des cellules ouvertes sur la coupe m'ont paru les meilleures. Je les fais cuire convenablement; je les divise en tranches rectangulaires que j'introduis dans un tube de verre *ad hoc*, rétréci vers son quart inférieur; je dépose au-dessous du rétrécissement une certaine quantité d'eau additionnée de 6 pour 100 de glycérine neutre; je ferme l'entrée du tube avec un tampon de coton et un capuchon de caoutchouc et je stérilise le tout une dernière fois à + 111°-115°. Je féconde ensuite l'une des faces de la tranche de pomme de terre et je dépose le tube dans une étuve chauffée à 38°-39° en l'inclinant de telle sorte que la face ensemencée regarde en haut et que l'eau glycérinée vienne baigner l'extrémité inférieure de la tranche.

» Dans ces conditions, la culture réussit toujours plus ou moins. Je la renouvelle à plusieurs exemplaires en empruntant la semence à des colonies vigoureuses. Dans le nombre, j'ai trouvé des cultures dont les colonies rapprochées, luxuriantes, avaient un aspect gras et brillant. Je me suis

attaché à les reproduire, supposant que l'on pourrait aisément diviser leurs colonies et mettre les bacilles qui les constituent en suspension dans le bouillon ou le sérum artificiel.

» Les faits ont répondu à mon attente. Ces colonies grasses, brillantes, peuvent être émulsionnées sous les frictions d'une simple baguette de verre ou mieux dans un petit mortier d'agate.

» Si la division paraît imparfaite, on place l'émulsion dans un petit tube et l'on ne tarde pas à obtenir, dans les couches supérieures, un liquide où les bacilles sont tous libres et indépendants les uns des autres.

» II. J'ai obtenu des cultures homogènes liquides en partant des cultures précédentes. Parmi elles, il en est dont les colonies, situées près du bord inférieur de la tranche, s'étendent à la surface de l'eau glycérinée qui vient baigner la pomme de terre, et d'autres dont les colonies se désagrègent et troublent la transparence du liquide aussitôt qu'elles se projettent au delà de leur support solide. Les premières possédant la tendance à végéter en voile à la surface des liquides, je les ai abandonnées. Quant aux secondes, j'ai constaté que plusieurs pouvaient végéter et parfois d'emblée dans la profondeur d'un bouillon glycériné.

» Je crois avoir favorisé l'apparition de cette aptitude par les manœuvres suivantes : tous les deux jours, j'immergeais doucement dans l'eau glycérinée la face ensemencée des tranches de pomme de terre, par un simple mouvement de rotation des tubes, de manière à accoutumer les colonies au contact du liquide au fur et à mesure de leur croissance et à entraîner, par une sorte de friction extrêmement légère, les bacilles les plus superficiels et les plus faciles à séparer de leurs voisins; au bout de quelques semaines, l'eau glycérinée était transformée en une véritable émulsion de bacilles.

» Ce résultat obtenu, je l'ai conservé en bouillon glycériné par le système de l'agitation. Plusieurs fois par jour, à partir du moment de l'ensemencement, j'agitais ou je faisais agiter vivement les matras dans lesquels je poursuivais les cultures.

» Le bouillon de ces matras reste limpide pendant trois à quatre jours, puis une végétation légère apparaît sur le fond; celle-ci fait des progrès et bientôt le bouillon se trouble dans toute sa masse. Beaucoup plus tard, la culture tend à s'éclaircir comme une culture quelconque.

» III. Si l'on porte sous le microscope une goutte de ces cultures à n'importe quelle période de leur évolution, on s'assure qu'elle est peuplée d'organismes mobiles dont quelques-uns donnent la sensation visuelle des

microcoques. Mais, après avoir séché, fixé et coloré la préparation, on s'aperçoit qu'elle est peuplée exclusivement de bacilles uniformes. La sensation précitée est donc l'effet de la mobilité des organismes qui peuvent s'offrir à l'observateur par une de leurs extrémités.

» Ces bacilles sont isolés, rarement accolés, droits ou légèrement courbés, souvent granuleux, un peu plus gros que les bacilles contenus dans les crachats de tuberculeux, et présentent la réaction caractéristique aux procédés de coloration de Ziehl et d'Ehrlich.

» On peut donc obtenir des cultures et des émulsions homogènes de bacilles de la tuberculose humaine. Dans les cultures en bouillon et à la sortie de l'étuve, les bacilles de la tuberculose peuvent être doués de mouvements très agiles; conséquemment, l'immobilité n'est pas pour eux une caractéristique absolue, ainsi qu'on l'admet généralement. »

M. **Van Tieghem**, en offrant à l'Académie, pour sa Bibliothèque, les deux Volumes de la troisième édition de ses *Éléments de Botanique*, s'exprime en ces termes :

« J'ai fait, naturellement, tous mes efforts pour mettre cette édition nouvelle au courant de tous les progrès accomplis en Botanique depuis l'année 1893, date de l'achèvement de la deuxième édition. Ces progrès ont intéressé : d'une part, la Morphologie et la Physiologie des plantes, c'est-à-dire la Botanique générale, traitée dans le premier Volume; d'autre part, l'Histoire des familles végétales, c'est-à-dire la Botanique spéciale, qui fait l'objet du second Volume. De là, dans le premier Volume, toute une série de modifications et d'additions, portant notamment sur la structure de la racine, de la tige et de la feuille, sur la formation de l'œuf, etc., qui l'ont augmenté de cinquante pages avec les figures correspondantes. De là surtout, dans le second Volume, un remaniement complet de la Classification des Phanérogames, où il a fallu introduire une classe nouvelle, celle des Liorhizes dicotylées, intermédiaire aux Liorhizes monocotylées, ou Monocotylédones, et aux Climacorhizes, ou Dicotylédones, où il a fallu aussi, chez ces dernières, faire une place au groupe nouveau des Inséminées, avec ses cinq ordres et ses trente-neuf familles, remaniement qui a nécessité une addition de cent pages avec les figures correspondantes.

» C'est, en somme, pour l'Ouvrage entier, une augmentation de cent cinquante pages, qui, jointe à une foule de corrections et de modifications de détail, fait de cette édition un Livre véritablement nouveau. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1898.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences mathématiques (prix du Budget). — MM. Darboux, Picard, Poincaré, Jordan, Hermite.

Prix Bordin (*Sciences mathématiques*). — MM. Poincaré, E. Picard, Maurice Lévy, Appell, Darboux.

Prix Damoiseau. — MM. Callandreau, Faye, Lœwy, Wolf, Radau.

Prix Fourneyron. — MM. Sarrau, Maurice Lévy, Léauté, Boussinesq, Sebert.

Prix Pourat. — MM. Bouchard, Marey, d'Arsonval, Chauveau, Guyon.

Prix Gay. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Milne-Edwards, Grandidier.

Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques (prix du Budget) *pour l'année* 1900. — MM. Poincaré, Darboux, Hermite, Jordan, E. Picard.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (*Sciences mathématiques*) *pour l'année* 1900. — MM. Poincaré, Darboux, E. Picard, Appell, J. Bertrand.

Commission chargée de présenter une question de prix Gay, pour l'année 1900. — MM. Gaudry, Marcel Bertrand, de Lapparent, Fouqué, Michel Lévy.

Commission chargée de présenter une question de prix Pourat pour l'année 1900. — MM. d'Arsonval, Marey, Chauveau, Bouchard, Duclaux.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **H. de Sarrauton** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Théorie et application du système de l'heure décimale ».

(Renvoi à la Commission nommée pour l'étude de la modification de l'heure nationale.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Explication simple de plusieurs phénomènes célestes par les rayons cathodiques*. Note de M. **H. Deslandres.**

« Dans l'avant-dernière séance M. Goldstein a signalé plusieurs coïncidences d'idées et de résultats dans les Mémoires que nous avons publiés l'un et l'autre sur les rayons cathodiques. Je crois devoir présenter quelques remarques sur les points soulevés par M. Goldstein, en ajoutant quelques faits nouveaux et en insistant sur l'explication simple que les rayons cathodiques assurent à plusieurs phénomènes célestes.

» J'ai été conduit, par l'observation de l'éclipse totale du Soleil de 1893 au Sénégal, à attribuer la couronne ou partie haute de l'atmosphère solaire à un simple phénomène cathodique; puis, pour éclaircir certains points, j'ai fait une série d'expériences de laboratoire, dont j'ai donné les résultats principaux en 1897, dans quatre Notes successives à l'Académie (1).

» Or, dans la première de ces Notes, deux des faits présentés ont été observés antérieurement par M. Goldstein, et décrits par lui dans un Mémoire remarquable (*Eine neuefform electrischer Abstossung;* 1880) que je ne connaissais pas alors, et qui n'a pas été inséré dans les revues périodiques. Ces deux faits sont les suivants : 1° Un rayon cathodique est attiré par une anode; 2° La répulsion du rayon par une cathode ne se produit plus lorsqu'un corps solide est interposé (2). Je suis heureux de reconnaître ici la priorité de M. Goldstein, qui a découvert, comme on sait, plusieurs propriétés importantes des rayons cathodiques.

» D'autre part, je profite de cette occasion pour signaler que le fait

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 678, 945, 1297 et t. CXXV, p. 373.

(2) Cependant des expériences non encore publiées m'ont montré que le second fait n'est peut-être pas aussi général que M. Goldstein et moi avons pu le penser au début. Un faisceau cathodique, limité par une fente étroite, passe à côté d'un fil métallique, qui est parallèle à la fente, et dont la moitié supérieure est entourée par un tube de verre ordinaire de 1^{mm} d'épaisseur. Lorsque le fil est cathode ou relié à la terre, le demi-faisceau inférieur subit la forte déviation habituelle; le demi-faisceau supérieur se divise en deux parties distinctes : une partie intense non déviée, et une partie moins brillante, qui est nettement repoussée. De nouvelles expériences sont nécessaires pour l'interprétation des résultats.

principal de ma seconde Note a été attribué à tort, en Allemagne, à M. Goldstein (*Beiblätter der Annalen der Physik und Chemie von E. Wiedemann*, 1897, p. 650 et 780).

» En effet, la répulsion par une cathode du rayon cathodique émis par une autre cathode a été découverte, avant 1880, par M. Goldstein qui lui a donné le nom de *déflexion*. Mais ensuite j'ai reconnu, et le premier à ma connaissance, que le rayon repoussé se divise le plus souvent en plusieurs rayons inégalement repoussés, qui, dans des circonstances favorables, apparaissent séparés. J'ai appelé *rayons cathodiques simples* ces rayons inégalement repoussés qui, comme je l'ai montré ensuite, correspondent à des oscillations électriques simples.

» De même, la déviation subie par un rayon de lumière ordinaire qui traverse un corps transparent a été reconnue avant la division simultanée de ce rayon en rayons *simples*, distincts et inégalement déviés.

» De plus je ne puis admettre les coïncidences d'idées et de résultats que M. Goldstein signale sur les autres points. M. Goldstein s'appuie sur des passages de mes Notes, et de très bonne foi, comme il résulte des explications échangées; mais un des passages cités est incomplet; dans un autre le sujet est changé. En réalité le sens est modifié.

» Ainsi, au passage cité (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 375) « Le rayon » dévié par une capacité s'étale dans le sens perpendiculaire à la déviation », il faut ajouter la suite « d'autant plus que le rayon est plus » dévié ». Le résultat qui se rapporte aux rayons simples repoussés inégalement et séparés apparaît alors distinct du résultat antérieur de M. Goldstein qui est relatif au même sujet, mais s'applique aux rayons confondus.

» Je passe aux idées que nous avons émises l'un et l'autre sur l'intervention des rayons cathodiques dans plusieurs phénomènes célestes. Certes, M. Goldstein a admis, *a priori*, dès l'année 1881, que le Soleil pouvait émettre des rayons cathodiques, aussi bien que des rayons lumineux, et exercer ainsi une certaine action sur la Terre; mais il n'indique pas comment et par quelles parties du Soleil ces rayons sont émis et comment ils agissent sur la Terre. Plus tard, il a expliqué les comètes par les rayons cathodiques secondaires et par la déflexion.

» Pour ma part, j'ai été conduit à des idées analogues par une voie tout autre, par la reconnaissance de régions d'émission de rayons cathodiques dans l'atmosphère solaire. J'ai exposé ces résultats dans mon Mémoire sur les *Observations de l'éclipse de* 1893 (Gauthier-Villars; 1896), Mémoire que ne cite pas M. Goldstein.

» L'étude spectrale de la chromosphère ou partie basse de l'atmosphère solaire montre qu'elle est un phénomène électrique qui, même, est comparable au phénomène de l'électricité atmosphérique terrestre. Or la partie haute de la chromosphère est électrisée et raréfiée, et, donc, doit émettre des rayons cathodiques. Ces rayons, à peu près normaux à la surface solaire, sont plus intenses aux points où la chromosphère est elle-même plus brillante, c'est-à-dire au-dessus des taches et facules. J'explique alors aisément, d'abord la couronne entière du Soleil avec ses rayons, ensuite les comètes avec leurs queues multiples, et les relations avec le magnétisme terrestre.

» Mais, dans cette explication et pour les comètes en particulier, je n'ai pas recours, comme M. Goldstein, aux rayons cathodiques secondaires et à la déflexion, au moins pour les parties principales du phénomène. Je n'ai pas écrit le passage cité : « La déflexion explique bien la force répulsive émanée du Soleil ». Le sujet de la phrase est tout autre. J'ai écrit : « L'émission de rayons cathodiques par la chromosphère supérieure explique bien.... » (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678).

» En fait, pour moi, la force répulsive du Soleil est due simplement à la répulsion bien connue que le rayon cathodique primaire exerce sur le corps qu'il frappe (Crookes). Si l'on considère une petite particule, l'attraction du Soleil ou de tout autre corps est proportionnelle à sa masse; mais la répulsion du rayon cathodique est proportionnelle à sa surface, et, avec une particule suffisamment petite, peut dépasser l'attraction. C'est ainsi que les petites particules qui occupent les parties hautes des atmosphères stellaires sont repoussées par les rayons cathodiques et donnent naissance aux rayons de la couronne solaire et aux queues des comètes (1).

» Le rayon cathodique échauffe et illumine par phosphorescence les corps qu'il rencontre, d'où en partie la lumière propre de la couronne solaire et des comètes.

» Le rayon cathodique apporte avec lui une charge négative (Perrin), ce qui modifie le champ électrique et magnétique de l'astre, et produit des décharges électriques (lumière propre des comètes, aurores boréales) et aussi les orages magnétiques terrestres.

» En résumé, les phénomènes cathodiques se passent dans l'espace

---

(1) Les queues multiples sont dues soit à la présence de particules différentes (d'après les idées de M. Bredikhine), soit à la division du rayon cathodique solaire en rayons simples.

interplanétaire entre les parties hautes des atmosphères stellaires, parties suffisamment raréfiées pour permettre l'émission et la propagation des rayons (1).

» Je signale en terminant une conséquence de la théorie, qui se prête à une vérification. Les variations passagères d'éclat des comètes doivent correspondre au passage de fortes taches près de la ligne qui joint la comète au centre du Soleil. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'agrandissement des disques du Soleil et de la Lune à l'horizon*. Note de M. **D. Éginitis**, présentée par M. Lœwy.

« Depuis l'antiquité on a proposé plusieurs théories pour rendre compte de l'agrandissement apparent des disques du Soleil et de la Lune près de l'horizon ; parmi ces hypothèses nous allons citer les principales, pour les comparer avec une série d'observations que nous avons faites sur ce sujet.

» I. D'après Descartes, une erreur de jugement concourt à la production de ce phénomène, en nous faisant supposer les astres plus éloignés lorsqu'ils sont près de l'horizon que lorqu'ils sont au zénith, par suite de l'interposition d'un grand nombre d'objets terrestres. Une seconde cause productrice de cette apparence serait que nous comparons alors la grandeur de l'astre avec celles des objets placés sur la Terre. Ces hypothèses sont repoussées par nos observations suivantes :

» 1° Lorsqu'on observe le Soleil ou la Lune au moment où ces astres se lèvent à un horizon de mer, ils nous paraissent tellement gros que nous leur attribuons une grandeur presque double de celle qu'ils semblent avoir au méridien. Mais cette grandeur, fort exagérée, ne continue pas à paraître pendant longtemps ; quelques moments après elle diminue rapidement à mesure que les astres s'élèvent ; déjà, à une petite hauteur, la grandeur du disque est encore sensiblement plus grande qu'au zénith, mais elle diffère de beaucoup de celle que l'astre paraît avoir au moment du lever. Or l'influence de l'interposition des objets terrestres n'est pas sensiblement changée, tandis que la grandeur apparente des astres diminue constamment et rapidement. Les mêmes raisons indiquent que la comparaison avec les objets terrestres ne peut être invoquée.

» 2° Lorsque ces astres se lèvent derrière une montagne voisine, et, par conséquent, à une hauteur assez grande, on voit que leur agrandissement apparent est le même que celui qu'ils ont à la même hauteur, mais à un horizon découvert, comme celui de la

(1) D'après ces idées, les planètes, grâce à leur électricité atmosphérique, doivent émettre aussi des rayons cathodiques, et présenter aussi, sous l'action des autres astres, mais en très petit, le phénomène des queues cométaires.

mer. La grandeur que ces astres nous semblent alors avoir est beaucoup plus petite qu'à la distance zénithale de 90°, bien que l'influence de l'interposition des objets terrestres existe aussi, et agisse *au moins* de la même manière sur la distance apparente. Dans ce cas, on voit que, malgré l'interposition des objets terrestres, le diamètre ne diffère pas de celui qu'il a à la même hauteur au-dessus d'un horizon libre.

» 3° L'agrandissement des disques va en diminuant graduellement. Si l'interposition des objets terrestres était la cause du phénomène en question, cette diminution graduelle jusqu'au zénith n'aurait pas lieu; car, à partir d'une certaine hauteur, l'interposition des objets terrestres n'existe plus.

» 4° Les disques de ces astres à l'horizon paraissent d'autant plus gros que l'altitude du point où l'on observe est plus grande. Ce n'est donc pas évidemment l'interposition des objets terrestres qui produit le phénomène, puisque son influence ne varie pas sensiblement avec l'altitude et n'existe absolument pas pour un horizon de mer.

» 5° Si l'on observe les astres près de l'horizon, derrière un obstacle qui le masque ainsi que les objets intermédiaires, on voit que la grandeur des astres n'en est pas influencée; ils paraissent aussi grands que dans le cas où nous les observons sans l'obstacle, quelques moments avant ou après l'interposition des objets.

» 6° En observant le Soleil près de l'horizon et à différentes hauteurs, à l'œil nu et avec des verres colorés, je n'ai pas trouvé de différence sensible dans la grandeur, bien que certains verres fussent assez épais pour ne laisser voir ni l'horizon ni les objets.

» 7° En observant le Soleil à son coucher, de diverses places, desquelles la distance de l'horizon, pour plusieurs raisons locales, me paraissait varier considérablement, je n'ai pas remarqué des différences sensibles dans la grandeur de cet astre.

» II. Alhazen attribue l'agrandissement des astres près de l'horizon à la forme surbaissée de la voûte céleste. La première des observations ci-dessus est contre cette explication; la distance à laquelle est projetée, sur la voûte céleste, l'astre jusqu'à une certaine hauteur, paraît sensiblement la même quel que soit le surbaissement; toutefois, la grandeur diminue très rapidement avec la hauteur; elle ne reste qu'environ la moitié à une élévation de quelques degrés, alors que le rayon de la voûte céleste ne change pas sensiblement. La deuxième observation aussi ne s'accorde pas avec cette hypothèse. En effet, lorsque le Soleil se couche derrière une montagne voisine et, par conséquent, à une assez grande hauteur, le ciel n'y est presque pas surbaissé et pourtant le disque de l'astre paraît aussi grand lorsqu'on l'observe à la même hauteur, du côté complètement découvert de l'horizon, où le ciel paraît surbaissé.

» 8° En observant le Soleil à son coucher avec un ciel très surbaissé et un ciel presque sphérique, on ne remarque pas une différence sensible dans la grandeur de son disque. La quatrième observation ne s'accorde pas non plus avec cette explication. En effet, le surbaissement du ciel ne change pas considérablement avec l'altitude; il est vrai que, plus on s'élève sur une montagne, plus la distance de l'horizon à laquelle on projette les

astres augmente; mais cette augmentation n'est point analogue à l'accroissement de la grandeur apparente qu'on observe avec celui de la distance zénithale correspondante. D'ailleurs, si l'agrandissement avec l'altitude provenait de l'augmentation de la distance à laquelle on reporte les astres, quand on les observe avant leur coucher derrière une montagne élevée très éloignée, on devrait les voir beaucoup plus grands qu'au moment de leur lever à un horizon de mer. Mais il n'en est rien; la grandeur du disque reste la même.

» La cinquième observation aussi s'oppose à cette hypothèse; si cette théorie était exacte, l'interposition d'un objet masquant à la fois l'horizon et son surbaissement devrait évidemment avoir une grande influence sur la grandeur apparente des astres. La sixième observation est également contraire à l'hypothèse d'Alhazen; les verres colorés épais, à travers lesquels on voit les astres à l'horizon aussi grands qu'à l'œil nu, nous cachent l'horizon et font disparaître l'influence de son surbaissement.

» 9° En observant la Lune, avant son premier quartier, pendant la nuit, près de l'horizon, à un moment où les objets éloignés sont invisibles et la voûte céleste ne paraît pas surbaissée, on la voit ordinairement beaucoup plus grande qu'au zénith.

» III. Alhazen cite aussi une autre explication, d'après laquelle l'agrandissement de ces astres près de l'horizon provient de ce qu'ils paraissent moins lumineux qu'au zénith; par suite de cet affaiblissement d'éclat, on les croit plus éloignés près de l'horizon qu'au zénith, et, par conséquent, plus grands. Les observations suivantes contredisent cette théorie :

» 10° Ayant observé le Soleil à travers des verres colorés de différentes épaisseurs et à l'œil nu, et, par conséquent, avec des éclats très différents, nous n'avons pas trouvé des différences sensibles de grandeur à la même hauteur.

» 11° Lorsque ces astres se trouvent masqués par des nuages près du zénith et paraissent même moins lumineux qu'à l'horizon, leur grandeur n'en est pas influencée.

» 12° Avec les mêmes conditions atmosphériques, on observe quelquefois d'un jour à l'autre, et même d'un moment à l'autre, des grandeurs très différentes du Soleil.

» Toutes ces dernières observations sont également contraires à la théorie de Gassendi, qui a attribué le phénomène à une influence provenant de la dilatation de la pupille, lorsque l'éclat des astres est affaibli près de l'horizon. Mais, outre le Soleil et la Lune, les constellations aussi, comme on sait, paraissent plus grandes à l'horizon qu'au zénith; le phénomène paraît, de prime abord, être dû, en grande partie au moins, au surbaissement du ciel. En effet, avec un ciel surbaissé, il est évident que la distance de deux étoiles, assez éloignées l'une de l'autre, doit nous paraître à l'horizon d'autant plus grande que le surbaissement du ciel est plus fort. Mais cet agrandissement des constellations n'existe pas seulement lorsque le ciel est surbaissé; nous avons observé, à plusieurs reprises, avec un ciel sphérique, les constellations beaucoup plus grandes à l'horizon qu'au zénith. J'ai ob-

servé bien des fois un autre phénomène de même nature et qui provient, probablement, de la même cause; ordinairement, quand on voit au sommet d'une colline, ayant un horizon libre derrière elle, et éloignée de 1^{km} à 3^{km}, une personne se tenant debout, ses dimensions nous paraissent surnaturelles; son corps, projeté sur l'horizon, paraît colossal, alors qu'on s'attendrait plutôt à ne le point voir ou, au moins, à le voir très petit.

» Quelle est donc la cause de tous ces phénomènes? Malgré les observations assez longues que j'ai faites jusqu'ici, je n'ai pu en conclure aucune théorie satisfaisante; le seul résultat certain que j'ai pu en tirer, c'est que le phénomène ne provient d'aucune des causes citées dans les théories ci-dessus. Il est vrai que l'influence de ces causes pourrait exister et ne paraît pas déraisonnable; on peut accepter qu'elles contribuent, *plus ou moins faiblement,* à la production du phénomène; mais, d'après nos observations, *sa principale cause est encore inconnue.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination explicite des équations différentielles du second ordre à points critiques fixes.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. E. Picard.

« Considérons une équation différentielle du second ordre

$$y'' = R(y', y, x), \tag{1}$$

où R est *rationnel* en y', *algébrique* en y et dépend *analytiquement* de x. Dans une Note antérieure (*Comptes rendus,* 25 avril) j'ai établi ce théorème :

» *Si l'équation* (1) *a ses points critiques fixes, une transformation très simple* $y = \varphi(Y, X)$, $x = \psi(X)$, *algébrique en* Y, *permet de ramener l'équation* (1) *à une nouvelle équation à points critiques fixes qui rentre dans un des six types suivants* [*où les* $P_j(y, x)$, $Q_j(y, x)$ *désignent des polynomes en* y *de degré* j, *qui dépendent de* x] :

(I) $$y'' = y' P_1 + P_3,$$

(II) $$yy'' = y'^2 + y' P_2 + P_4,$$

(III) $$(4y^3 - g_2 y - g_3) y'' = y'^2 \left(6y^2 - \frac{g_2}{2}\right) + y' P_4 + P_6 \quad (g_2, g_3 \text{ const. numér.}),$$

(IV) $$y(y-1)(y-x) y'' = \frac{y'^2}{2}[3y^2 - 2y(1+x) + x] + y' P_4 + P_6,$$

(V) $$y'' = y'^2 \left(\frac{6y^2 - \frac{g_2}{2}}{R} + \frac{\alpha}{\sqrt{R}} \right) + y' \left[A(x) + \frac{P_2}{\sqrt{R}} \right] + Q_2 + B(x)\sqrt{R},$$

avec

$$R = 4y^3 - g_2 y - g_3 \qquad (g_2, g_3 \text{ const. numériques}),$$

$$(VI)\quad \begin{cases} y'' = y'^2\left[\dfrac{3y^2 - 2(1+x)y + x}{2R} + \dfrac{\alpha(x)}{\sqrt{R}}\right] \\ \qquad + y'\left[A(x) + \dfrac{1}{x-y} + \dfrac{P_2}{\sqrt{R}}\right] + Q_2 + \dfrac{1}{2(y-x)} + \dfrac{Q_1}{y-x}\sqrt{R}, \end{cases}$$

avec

$$R = y(y-1)(y-x);$$

» Dans les types (V) et (VI), α représente soit zéro, soit une quantité de la forme $\frac{i\pi}{\omega}$, 2ω étant une période quelconque de la différentielle elliptique $\frac{dy}{\sqrt{R(y)}}$. Enfin, dans (VI), la condition

$$\alpha + P_2(x, x) + x(x-1)\,Q_1(x, x) \equiv 0$$

doit être vérifiée.

» Toute la difficulté est ainsi ramenée à déterminer, parmi les équations (I), (II), ..., (VI), celles qui ont leurs points critiques fixes. *Je me propose ici de résoudre complètement ce problème pour les types* (III), (IV), (V) *et* (VI).

» Pour étudier ces types, je pose $u = J(y, x)$, J désignant l'intégrale elliptique $\int \frac{du}{\sqrt{R}}$, où x garde une valeur numérique. La nouvelle fonction $u(x)$ vérifie une équation de la forme

$$(2)\quad u'' = C(x)u'^2 + M(u, x)u' + N(u, x) \qquad [(C \equiv 0 \text{ pour (III) et (IV)}],$$

où M, N sont des fonctions *transcendantes* de u, si l'équation étudiée (III), ..., ou (VI) est la plus générale de son espèce. La fonction $u(x)$ n'a pas nécessairement ses points critiques fixes en même temps que $y(x)$; mais, si u_1, u_2 sont deux branches de $u(x)$ permutables autour des points critiques mobiles, $u_2 - u_1$ est une *période* $2m_1\omega_1 + 2m_2\omega_2$ de $J(y)$. *Pour qu'il en soit ainsi, une condition nécessaire* (*et c'est là la partie essentielle de la discussion*) *est que les fonctions* $M(u, x)$, $N(u, x)$ *ne présentent dans le plan des u à distance finie aucun pôle.* Cette condition une fois établie, il n'est pas difficile de montrer qu'elle entraîne pour l'équation en u une des formes

suivantes :

pour le type (III), $$u'' = a(x)u';$$

pour le type (IV), $$u'' + \frac{u'(2x-1)}{x(x-1)} + \frac{u}{4x(x-1)} = 0;$$

pour le type (V), $$u'' = +\alpha u'^2 + a(x)u' + b(x) \qquad \left(\alpha = 0 \text{ ou } \frac{i\pi}{\omega}\right);$$

pour le type (VI), $\alpha = 0$, $$u'' + \frac{u'(2x-1)}{x(x-1)} + \frac{u}{4x(x-1)} = a(x),$$

a, b désignant des fonctions arbitraires de x. Inversement, *si l'équation en u est de cette forme, l'équation* (III), ..., *ou* (VI) *correspondante a ses points critiques fixes*.

» Il suit de là que LES SEULES ÉQUATIONS (III), (IV), (V), (VI) QUI AIENT LEURS POINTS CRITIQUES FIXES, SONT LES SUIVANTES :

(A) $$y'' = y'^2\left(\frac{6y^2 - \frac{g^2}{2}}{R}\right) + a(x)y' + b(x)\sqrt{R},$$

avec

$R = 4y^3 - g_2 y - g_3$ (g_2, g_3 constantes numériques, $27g_3^2 - g_2^3 \neq 0$),

(B) $$y'' = y'^2\left[\frac{3y^2 - 2y(1+x) + x}{2R}\right] + y'\left(\frac{1}{x-y} + \frac{1}{1-x} - \frac{1}{x}\right) + \frac{1}{2x(x-1)}\frac{y(y-1)}{y-x} + a(x)\sqrt{R},$$

avec

$$R = y(y-1)(y-x),$$

(C) $$y'' = y'^2\left(\frac{6y^2 - \frac{g^2}{2}}{R} + \frac{\alpha}{\sqrt{R}}\right) + a(x)y' + b(x)\sqrt{R} \qquad \left(\alpha = \frac{i\pi}{\omega}\right),$$

avec

$R = 4y^3 - g_2 y - g_3$ (g_2, g_3 constantes numériques, $27g_3^2 - g_2^3 \neq 0$).

» Les équations (A), (B) n'ont comme singularités mobiles que des *pôles*; l'intégrale de l'équation (C) admet *des points essentiels mobiles*. Quand on choisit convenablement les constantes d'intégration, l'intégrale générale $y(x)$ de (A) ou de (C) dépend algébriquement d'une des constantes (et d'une seule) : les équations (A) et (C) sont *réductibles*. Au contraire, l'équation (B) est *irréductible* au sens que j'ai défini (voir mes *Leçons de Stockholm*, p. 491-500) : *son intégrale* $y(x)$ *renferme les deux*

constantes sous forme transcendante de quelle façon qu'on les choisisse (1) (*loc. cit.*, p. 502-516).

» Étant donnée une équation (1), on peut d'ailleurs reconnaître algébriquement si c'est une équation à points critiques fixes appartenant au type (A) ou (B), et la réduction au type (A) ou (B) s'effectue sans intégration. On sait de même reconnaître algébriquement si une équation (1) est réductible à la forme (C), *où* α *est une constante quelconque*, et effectuer la réduction algébriquement. Mais il faut encore que la constante α [qui se calcule rationnellement d'après (1)] soit de la forme $\frac{i\pi}{\omega}$, ω désignant une période de la différentielle $\frac{dy}{\sqrt{R}}$: cette dernière condition est *transcendante*.

» Dans la discussion précédente, toute la difficulté a consisté à pousser suffisamment loin la recherche des conditions *nécessaires* pour que les points critiques soient fixes. Ces conditions ont mis alors d'elles-mêmes en évidence la fixité des points critiques. Il en va tout autrement dans l'étude du type (I) : Les conditions nécessaires conduisent là à certaines équations *canoniques*, qu'on ne sait pas intégrer et sur lesquelles il faut démontrer directement que les points critiques sont fixes. Comme je l'ai dit déjà, j'ai complètement achevé cette discussion pour le type (I). *Il ne me reste donc plus qu'à épuiser le type* (II) *pour avoir déterminé explicitement toutes les équations* (1) *à points critiques fixes.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie générale des caractéristiques des équations aux dérivées partielles.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Darboux.

« 1. La théorie des *multiplicités caractéristiques* a déjà été étendue de différentes façons à certains systèmes d'équations aux dérivées partielles d'ordre quelconque. En me plaçant à un point de vue que j'avais indiqué à la fin de mes *Leçons sur les équations du second ordre* (t. II, p. 330), j'ai obtenu un certain nombre de résultats que je me propose de résumer dans cette Note.

» Soit

$$(1) \qquad F = 0$$

(1) L'équation (B), dans le cas de $a \equiv 0$, a été formée directement par M. Picard (*Mémoire sur les fonctions algébriques de deux variables*, p. 165).

une équation d'ordre n à r variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_r$ et à une fonction inconnue z; nous poserons

$$p_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} = \frac{\partial^{\alpha_1+\ldots+\alpha_r} z}{\partial x_1^{\alpha_1}\partial x_2^{\alpha_2}\ldots\partial x_r^{\alpha_r}}, \qquad \mathrm{P}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} = \frac{\partial \mathrm{F}}{\partial p_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r}}.$$

» Étant donnée une intégrale de cette équation $z = \Phi(x_1, x_2, \ldots, x_r)$, les équations différentielles

$$\frac{dx_1}{\lambda_1} = \frac{dx_2}{\lambda_2} = \ldots = \frac{dx_r}{\lambda_r}, \tag{2}$$

où $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_r$ sont des fonctions déterminées de $x_1, x_2, \ldots, x_r, z$ et des dérivées partielles de z jusqu'à l'ordre n, déterminent sur cette intégrale une famille de multiplicités à une dimension d'éléments d'ordre n. Le long de l'une de ces multiplicités, on a, outre les équations (2), les relations évidentes

$$d\mathrm{F} = 0, \qquad dp_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} = p_{\alpha_1+1,\alpha_2\ldots\alpha_r}dx_1 + \ldots + p_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_{r+1}}dx_r \tag{3}$$
$$(\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_r \leq n - 1).$$

» S'il est possible de choisir les fonctions $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_r$ de façon à pouvoir ajouter aux relations (2) et (3) un certain nombre d'équations différentielles nouvelles, indépendantes de l'intégrale considérée Φ, j'appellerai *caractéristique* tout système simplement infini d'éléments d'ordre n, vérifiant l'ensemble d'équations différentielles ainsi obtenu. La condition pour qu'il en soit ainsi est la suivante : Considérons la forme algébrique d'ordre n

$$\mathrm{I} = \Sigma \mathrm{P}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r}\xi_1^{\alpha_1}\xi_2^{\alpha_2}\ldots\xi_r^{\alpha_r} \qquad (\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_r = n), \tag{4}$$

où $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_r$ sont r variables auxiliaires; *pour que l'équation* (1) *admette une famille de caractéristiques d'ordre n, il faut et il suffit que la forme* I *soit divisible par un facteur linéaire en* $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_r$.

» On voit qu'en dehors des deux cas évidents de $n = 1$ et de $r = 2$, les équations qui admettent des caractéristiques à une dimension, telles que nous venons de les définir, doivent être considérées comme exceptionnelles.

» Je citerai comme exemple l'équation du troisième ordre dont dépend la recherche des systèmes triples orthogonaux.

» 2. Si l'équation $\mathrm{F} = 0$ admet une famille de caractéristiques d'ordre n à une dimension, on peut aussi considérer la suite des valeurs prises par les dérivées d'ordre $n+1, n+2, \ldots$, le long de l'une de ces caractéristiques, et l'on définit ainsi les caractéristiques d'ordre $n+1$, d'ordre

$n+2$, ... Les équations différentielles d'un quelconque de ces systèmes de caractéristiques ne suffisent pas, lorsque $n > 1$, pour déterminer complètement ces caractéristiques, qui dépendent de fonctions arbitraires. Mais si ces équations présentent des combinaisons intégrables, on peut s'en servir pour l'intégration de l'équation proposée, comme dans la méthode de Monge ou dans celle de M. Darboux, pour l'intégration d'une équation du second ordre à deux variables indépendantes. Ainsi : 1° si $du = 0$ est une combinaison intégrable de l'un des systèmes de caractéristiques, les deux équations $F = 0$, $u = C$ ont une infinité d'intégrales communes dépendant de fonctions arbitraires; 2° si l'un des systèmes admet r combinaisons intégrables distinctes $du_1 = 0$, $du_2 = 0$, ..., $du_r = 0$, l'équation proposée $F = 0$ admet une intégrale intermédiaire, qui pourra être d'ordre supérieur à n,

$$u_r = \varphi(u_1, u_2, \ldots, u_{r-1}),$$

φ désignant une fonction arbitraire; 3° si l'équation admet n familles de caractéristiques et si chacune d'elles présente r combinaisons intégrables distinctes, l'intégration de l'équation $F = 0$ est ramenée à celle d'un système d'équations différentielles ordinaires, etc.

» La forme I, qui joue ici un rôle fondamental, s'est déjà présentée dans des recherches récentes de M. Forsyth (1); mais le point de vue auquel s'est placé l'auteur, ainsi que la méthode suivie, sont entièrement différents.

» 3. Toutes ces considérations peuvent s'étendre aux systèmes d'équations simultanées. Soient

$$F_1 = 0, \qquad F_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad F_q = 0,$$

q équations d'ordre n entre q fonctions inconnues $z_1, z_2, \ldots, z_q$ et r variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_r$; nous poserons

$$p^i_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r} = \frac{\partial^{\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_r} z_i}{\partial x_1^{\alpha_1}\,\partial x_2^{\alpha_2}\ldots\partial x_r^{\alpha_r}}, \qquad \frac{\partial F_k}{\partial p^i_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r}} = P^{k,i}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r},$$

et nous aurons à considérer les q^2 formes auxiliaires

$$\Phi_{k,i} = \sum P^{i,k}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_r}\,\xi_1^{\alpha_1}\xi_2^{\alpha_2}\ldots\xi_r^{\alpha_r}, \qquad \begin{matrix}\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_r = n,\\ i,\,k = 1,\,2,\,\ldots,\,q.\end{matrix}$$

(1) *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, vol. CXCI, p. 1-86; 1898. — *Cambridge Philosophical Transactions*, vol. XVI, part. IV, p. 291-325; 1898.

» Soit I le déterminant de ces q^2 formes $\Phi_{k,i}$; nous laisserons de côté le cas où ce déterminant serait identiquement nul. Cela posé, *pour que les équations* (4) *admettent une famille de caractéristiques à une dimension, il faut et il suffit que le déterminant* I *soit divisible par un facteur linéaire en* ξ_1, $\xi_2, \ldots, \xi_r$.

» Lorsqu'il existe un pareil facteur, la discussion offre une grande variété de cas particuliers. En cherchant à former *a priori* les systèmes les plus simples possibles, on retombe sur les systèmes d'équations simultanées du premier ordre, considérés par Jacobi (*Journal de Crelle*, t. 11, p. 321). Dans ce cas particulier, il n'existe qu'un seul système de caractéristiques, qui ne dépendent que d'un nombre fini de constantes arbitraires.

» 4. On est encore conduit à l'étude de la forme I par d'autres considérations. Soient $F = 0$, $U = C$ deux équations d'ordre n à une seule fonction inconnue z et à r variables indépendantes; nous dirons que l'intégrale générale de ce système dépend de $(n-1)$ fonctions arbitraires de $(r-1)$ variables, s'il existe une intégrale telle que, pour $x_1 = x_1^0$, z et ses $(n-2)$ premières dérivées $\frac{\partial z}{\partial x_1}, \ldots, \frac{\partial^{n-2} z}{\partial x_1^{n-2}}$ se réduisent à $(n-1)$ fonctions données à l'avance des $r-1$ variables $x_2, \ldots, x_r$. Une première condition pour qu'il en soit ainsi est que les deux formes auxiliaires I, I′, relatives à ces deux équations, soient divisibles par une même forme de degré $n-1$. L'équation $F = 0$ admet alors une famille de caractéristiques d'ordre n à une dimension, et $dU = 0$ doit être une combinaison intégrable des équations différentielles de ces caractéristiques. Si ces conditions sont remplies, l'intégrale générale du système $F = 0$, $U = C$ dépend de $(n-1)$ fonctions arbitraires de $(r-1)$ variables et d'une fonction arbitraire de $r-2$ variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux différentielles totales.* Note de M. **Alf. Guldberg**, présentée par M. Picard.

« Dans la théorie des équations aux différentielles totales on a, il me semble, un peu négligé l'étude directe des équations aux différentielles totales d'un ordre plus élevé que le premier.

» Je me permets de faire, dans les lignes qui suivent, quelques remarques sur ce sujet.

» Nous nous bornerons, pour fixer les idées, aux équations aux diffé-

rentielles totales de second ordre et de la forme suivante :

$$(\mathrm{I}) \quad d^2z + \mathrm{A}\,dx^2 + \mathrm{B}\,dy^2 + \mathrm{C}\,dz^2 + 2\mathrm{D}\,dx\,dy + 2\mathrm{E}\,dx\,dz + 2\mathrm{F}\,dy\,dz = 0,$$

où A, B, ..., E, F sont des fonctions de x, y, z.

» Si l'équation aux différentielles totales donnée (I) est satisfaite par une équation entre x, y, z, $f(x, y, z) = 0$, on l'appelle *complètement intégrable*.

» Les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation aux différentielles totales donnée (I) soit complètement intégrable, sont

$$(\mathrm{II}) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial \mathrm{C}}{\partial x} - \dfrac{\partial \mathrm{E}}{\partial z} = 0, & \dfrac{\partial \mathrm{C}}{\partial y} - \dfrac{\partial \mathrm{F}}{\partial x} = 0, \\ \dfrac{\partial \mathrm{A}}{\partial y} - \dfrac{\partial \mathrm{D}}{\partial x} = \mathrm{DE} - \mathrm{AF}, & \dfrac{\partial \mathrm{A}}{\partial z} - \dfrac{\partial \mathrm{E}}{\partial x} = \mathrm{E}^2 - \mathrm{AC}, \\ \dfrac{\partial \mathrm{B}}{\partial x} - \dfrac{\partial \mathrm{D}}{\partial y} = \mathrm{FD} - \mathrm{EB}, & \dfrac{\partial \mathrm{B}}{\partial z} - \dfrac{\partial \mathrm{F}}{\partial y} = \mathrm{F}^2 - \mathrm{CB}, \\ 2\dfrac{\partial \mathrm{E}}{\partial y} - \dfrac{\partial \mathrm{F}}{\partial x} - \dfrac{\partial \mathrm{D}}{\partial z} = \mathrm{CD} - \mathrm{EF}, & 2\dfrac{\partial \mathrm{F}}{\partial x} - \dfrac{\partial \mathrm{E}}{\partial y} - \dfrac{\partial \mathrm{D}}{\partial z} = \mathrm{CD} - \mathrm{EF}; \end{cases}$$

car l'existence d'une surface intégrale demande que z soit une fonction de x, y, ainsi

$$dz = p\,dx + q\,dy.$$

Substituant cette valeur pour dz en notre équation aux différentielles totales (I), on aura

$$d^2z = -(\mathrm{A} + 2\mathrm{E}p + \mathrm{C}p^2)\,dx^2 - 2(\mathrm{D} + \mathrm{E}q + \mathrm{F}p + \mathrm{C}pq)\,dx\,dy - (\mathrm{B} + 2\mathrm{F}q + \mathrm{C}q^2)\,dy^2;$$

mais on a

$$d^2z = r\,dx^2 + 2s\,dx\,dy + t\,dy^2,$$

d'où

$$\frac{\partial(\mathrm{A} + 2\mathrm{E}p + \mathrm{C}p^2)}{\partial y} = \frac{\partial(\mathrm{D} + \mathrm{E}q + \mathrm{F}p + \mathrm{C}pq)}{\partial x};$$

$$\frac{\partial(\mathrm{B} + 2\mathrm{F}pq + \mathrm{C}q^2)}{\partial x} = \frac{\partial(\mathrm{D} + \mathrm{E}q + \mathrm{F}p + \mathrm{C}pq)}{\partial y}.$$

» En posant, dans les formules développées,

$$r = -(\mathrm{A} + 2\mathrm{E}p + \mathrm{C}p^2), \qquad s = -(\mathrm{D} + \mathrm{E}q + \mathrm{F}p + \mathrm{C}pq),$$

$$t = -(\mathrm{B} + 2\mathrm{F}q + \mathrm{C}q^2),$$

et en égalant à zéro les coefficients des différentes puissances de p et q, on obtient les formules (II).

» L'intégration de l'équation aux différentielles totales de second ordre, complètement intégrable (I), est équivalente à l'intégration du système d'équations aux différentielles totales de premier ordre complètement intégrables

$$dp = -(A + 2Ep + Cp^2)\,dx - (D + Eq + Fp + Cpq)\,dy,$$
$$dq = -(D + Eq + Fp + Cpq)\,dx - (B + 2Fq + Cq^2)\,dy,$$
$$dz = \quad p\,dx + q\,dy,$$

dont l'intégration se réduit à l'intégration d'un système d'équations différentielles ordinaires.

» En beaucoup de cas il est plus facile de chercher directement une intégrale intermédiaire $\omega(x, y, z, dx, dy, dz) = 0$ de notre équation aux différentielles totales de second ordre par la méthode de variation des constantes. Cette méthode s'applique quand l'équation aux différentielles totales est complètement intégrable ou non.

» Il est suffisant de chercher une surface intégrale particulière

$$f(x, y, z) = 0,$$

une solution générale est donc

$$F = f(x, y, z) + ax + by + c,$$

a, b, c étant des constantes arbitraires.

» On a la proposition :

» Deux intégrales intermédiaires complètement intégrables

$$\omega_1(x, y, z, dx, dy, dz) = 0, \qquad \omega_2(x, y, z, dx, dy, dz)$$

de l'équation aux différentielles totales de second ordre (I) étant trouvées, une surface intégrale de l'équation (I) se détermine par élimination.

» Cela posé, on peut annoncer la proposition :

» Soient données deux équations aux différentielles totales de premier ordre complètement intégrables

$$\omega_1(x, y, z, dx, dy, dz) = a, \qquad \omega_2(x, y, z, dx, dy, dz) = b$$

qui, par différentiation, donnent la même équation aux différentielles de second ordre, toute équation aux différentielles totales de premier ordre complètement intégrable

$$F(\omega_1, \omega_2) = 0$$

s'intègre *sans* intégration.

» Les remarques faites ici s'étendent sans difficulté aux équations aux différentielles totales des ordres plus hauts et de n variables indépendantes. »

PHYSIQUE. — *Sur la vaporisation du fer à la température ordinaire.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie (¹) qu'un morceau de fer, placé pendant plusieurs semaines sur une plaque photographique au gélatinobromure d'argent dans l'obscurité la plus complète, impressionnait la plaque, même quand il en est séparé par une feuille de bristol. Ce phénomène me paraissait dû à la vapeur émise par le métal à la température ordinaire ou à un composé volatil, confirmant ce que j'avais trouvé autrefois par des procédés électriques très délicats (²). Pourtant, après la découverte des rayons uraniques par M. H. Becquerel, on pouvait se demander si l'impression de la plaque n'était pas due à des radiations, plus ou moins analogues aux radiations de l'uranium, émises par le fer, et j'avais annoncé l'intention de faire une expérience décisive à cet égard.

» Cette expérience a été faite dans les conditions suivantes : Un petit anneau de fer (tête de piton) a été déposé directement sur la couche sensible d'une plaque au gélatinobromure. A côté a été placé un anneau de fer tout semblable, mais séparé de la plaque par une lamelle de verre très mince (*cover* pour préparations microscopiques), recouvert par une petite cloche de verre; un mastiquage à la paraffine réunissait les bords de la cloche à la lamelle, comme dans les expériences de M. H. Becquerel. Le tout fut laissé dans l'obscurité du 24 décembre 1897 au 27 avril 1898. Après avoir révélé la plaque, j'ai trouvé que l'anneau de fer enfermé dans la cloche n'avait produit aucune impression, tandis que l'anneau déposé directement sur la couche sensible avait produit une impression sur une largeur un peu supérieure à celle de l'anneau et par conséquent beaucoup plus étendue que la ligne de contact.

» Cette expérience montre bien que le phénomène n'est pas dû à des radiations, mais à un corps volatil produit par le fer. »

(¹) *Sur la vaporisation des métaux à la température ordinaire* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 104; 1896).

(²) *Influence d'un métal sur la nature de la surface d'un autre métal placé à petite distance* (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1247).

PHYSIQUE. — *Sur les rayons cathodiques* (¹). Note de M. **P. Villard**, présentée par M. J. Violle.

« La résistance d'un tube de Crookes, mesurée par l'étincelle équivalente, peut être considérée comme ne dépendant que d'une seule variable, la section du faisceau cathodique à son origine. Réduire, par exemple, le diamètre du tube, rapprocher les électrodes, abaisser la pression, sont autant de moyens d'accroître la résistance; mais en même temps la section d'émission diminue. Au contraire, en réunissant métalliquement deux cathodes égales, placées dans des tubes distincts reliés à une anode commune, on double cette section, et la résistance devient beaucoup plus faible.

» Il est, d'autre part, facile de s'assurer que la région d'émission tend à se centrer sur le tube de verre, si celui-ci est de révolution, et que l'action des parois est la seule cause qui influe sur l'étendue et la position de cette région : soit, pour fixer les idées, un tube cylindrique muni d'une cathode plane normale à l'axe, et dont le revers est, au besoin, protégé de manière à ne pas émettre de rayons. A une pression donnée, le faisceau cathodique est d'autant plus resserré que le tube est plus étroit; la résistance est en même temps plus forte, et, pour obtenir des rayons X, par exemple, le vide devra être poussé d'autant moins loin que le tube est de plus faible section. Le diamètre de la cathode importe, au contraire, fort peu, pourvu qu'il soit supérieur à celui du faisceau cathodique émis dans les mêmes conditions par une cathode aussi large que le tube. Un diaphragme, percé d'un trou et placé un peu en avant de la cathode, produit presque le même effet que si le tube entier avait le diamètre du trou; de plus, c'est sur le trou que se centre le faisceau. Un décentrage notable de la cathode influe à peine sur la position, par rapport au tube, de la région radiante et est tout à fait sans influence si la cathode est plus large que le tube placé devant elle. Enfin, la forme de la région radiante subit le contrecoup de toute déformation des parois du tube et présente toujours la même symétrie que celui-ci.

» Cette action des parois est évidemment due à leur électrisation positive, reconnue par Crookes, et facile à constater. Une électrode auxiliaire

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

placée à moins de 1^{cm} de la cathode est presque exactement au potentiel de l'anode, dès que le vide est un peu poussé.

» On peut d'ailleurs vérifier directement que la région d'émission cathodique est repoussée par une charge positive, attirée par une charge négative.

» Ces résultats s'expliquent aisément si l'on admet que l'émission cathodique est alimentée par un afflux de matière chargée positivement, provenant des diverses parties du tube. Ce courant, repoussé par les parois, se centre sur l'appareil, ou, si celui-ci n'est pas de révolution, en prend la symétrie; à l'exception de ce qui provient des régions très voisines de la cathode, la majeure partie de ce courant arrive dans la région centrale de la cathode, d'autant plus resserrée que la répulsion des parois sera plus forte. De là l'existence d'un faisceau cathodique principal et central. Réduire le diamètre du tube, ou accroître son électrisation soit en rapprochant l'anode, soit en poussant la raréfaction, aura pour effet de resserrer le courant dont il s'agit, de l'affaiblir et de diminuer l'émission. Les rayons cathodiques devenant moins nombreux auront une énergie spécifique plus grande, la bobine excitatrice restant la même : ils deviendront moins aisément déviables à l'aimant, produiront des phosphorescences plus vives, des rayons X de plus en plus pénétrants.

» L'afflux positif, que j'appellerai *afflux cathodique*, est visible près de la cathode, vers laquelle on le voit converger, surtout si le tube s'élargit en avant de la cathode. On peut, grâce à cette visibilité, vérifier que l'afflux cathodique est dévié par un champ électrique, la région de départ des rayons cathodiques subissant un déplacement correspondant.

» L'expérience est très nette avec un tube large muni d'une cathode plane de même diamètre à peu près, en avant de laquelle, à 15^{mm} environ, on dispose un diaphragme métallique obturant le tube, et percé de deux trous. Dès que l'espace obscur, de la limite duquel semble partir l'afflux, a dépassé sensiblement le diaphragme, deux faisceaux cathodiques intenses se forment en face des centres des trous, et les points radiants sont aisément visibles. Le phénomène est encore plus remarqué en Photographie, la région radiante étant très photogénique. Le reste de la cathode n'émet presque rien. Au moyen d'une électrode mobile on peut dévier l'un des afflux, par exemple, et constater qu'il est repoussé, ainsi que le point radiant, par une charge positive, le faisceau cathodique correspondant subissant une déviation moindre et inverse. On peut aussi, au moyen d'un aimant, dévier fortement les rayons cathodiques, jusqu'à leur faire rencontrer le diaphragme, et vérifier ainsi que leur formation n'est nullement gênée par le fait qu'ils rencontrent un obstacle à faible distance, pourvu que leur alimentation soit assurée. Dans cette expérience l'afflux est à peine dévié.

» En arrivant à la cathode l'afflux est arrêté et il y a production de chaleur aux

points frappés. Une cathode mince, en métal, ou même en verre dans sa partie centrale, est portée au rouge là où arrive l'afflux cathodique. Dans le cas où la cathode est en verre (1), cet effet serait difficile à expliquer autrement. On se rend ainsi compte pourquoi l'électrode négative seule s'échauffe notablement dans les tubes à gaz raréfiés, exception faite des anticathodes.

» Constituons maintenant la cathode par une toile métallique très fine placée à l'extrémité antérieure d'un tube de cuivre formant écran. Une partie de l'afflux traversera la toile en vertu de la vitesse acquise et continuera sa route au delà. On observe, en effet, sur le prolongement de l'afflux, un faisceau bien visible, qui échauffe fortement les obstacles placés sur son trajet et illumine le verre ou le cristal en jaune (lumière du sodium). Vient-on à dévier l'afflux, ce faisceau en reste le prolongement et subit une déviation identique. Mais en traversant la cathode l'afflux a perdu sa charge, et le faisceau dont il s'agit n'est sensible ni à un champ magnétique, ni à un champ électrique. On est en présence des rayons découverts par Goldstein. »

PHYSIQUE. — *Renforcement des rayons X.* Note de M. **Virgilio Machado**, présentée par M. Mascart. (Extrait.)

« Afin d'augmenter l'intensité des rayons X obtenus au moyen de décharges déterminées, j'enveloppe la partie tubulaire de l'ampoule bianodique (c'est-à-dire la portion entourant la tige qui fixe le miroir cathodique) avec une lame métallique flexible, étain, plomb, platine, etc., ou avec une hélice de fil de cuivre isolé.

» Les tubes fatigués par un long usage et dont la résistance est devenue trop grande retrouvent, au bout de quelques secondes, avec cette nouvelle disposition, un débit de remarquable intensité et ils n'exigent qu'une différence de potentiel plus faible. »

PHOTOGRAPHIE. — *Du rôle de la diffusion dans les bains révélateurs.* Note de M. **Adrien Guébhard**, présentée par M. Lippmann.

« Sous le nom d'*osmose interne*, j'ai eu l'honneur de signaler incidemment à l'Académie (2) les curieux enregistrements de courants qui se remarquent aux moindres brèches capillaires de toute cloison solide posée

(1) Dans cette expérience il y a encore formation d'un faisceau cathodique principal, et ce faisceau part de la lame de verre.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 41; 3 janvier 1898.

sur la gélatine d'une plaque voilée, et séparant le liquide en deux zones distinctes.

» Ces courants se manifestant tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre, il était intéressant de rechercher la loi qui les régissait, loi qui s'est trouvée très simple : application directe des lois connues de la diffusion, mais trait d'union, par son mode d'être, entre celle-ci et l'osmose proprement dite.

» L'expérience suivante en fera ressortir immédiatement le principe :

» Que l'on pose sur la gélatine d'une plaque uniformément voilée les deux sections circulaires égales des deux calottes sphériques très inégales que donne la section, à grande distance du centre, d'une sphère creuse (1); ou bien les deux sections circulaires très inégales de deux zones égales d'une sphère de grand rayon (2). Cela équivaut, dans tous les cas, à découper, dans la masse du liquide révélateur, des volumes confinés inégaux, qui agiront en proportion différente sur chaque unité de surface de gélatine impressionnée; et rien ne paraîtra moins étonnant que de trouver une différence de teinte correspondante entre chaque disque et le fond de la plaque. Mais, en même temps, l'on constatera que la trace noire du courant osmotique, s'il y a eu communication capillaire, est toujours dirigée de la plage sombre vers la plus claire, du lieu de moindre consommation ou de plus grande abondance proportionnelle de révélateur vers l'autre (3); ce qui fait penser immédiatement à ce qui se passerait entre deux gazomètres communiquants, à l'intérieur de l'un desquels une cause absorbante quelconque produirait une diminution de tension partielle de l'un des éléments du mélange gazeux.

» Mais l'analogie ne saurait aller au delà, et la viscosité caractéristique de l'état liquide se manifeste par la stricte localisation de ces courants et

---

(1) Pratiquement, un verre de montre et un petit globe de veilleuse rempliront l'office; car il faut, en tout cas, pour la grande portion de sphère, une issue à l'air, pour éviter une dénivellation du liquide.

(2) Pratiquement, suffisent deux bobèches lisses de cristal mince, dans un bain ne dépassant pas les orifices supérieurs ou les dépassant à peine, au cas où l'on préférerait les obturer supérieurement avec une seconde plaque voilée, mise à fleur du liquide, gélatine en bas, de manière à faire l'expérience en croix, en éliminant totalement le rôle de la pesanteur.

(3) Ce qui explique que le courant soit toujours dirigé *en dedans* lorsque l'on essaie d'appliquer aux monnaies mon procédé général de reproduction directe, dont il paraît que, avant moi, M. Darget avait observé quelques cas spéciaux, mais sans en soupçonner la cause physique, et moins encore la généralisation.

leur limitation, tout autour, par un front d'onde plus clair. Faut-il attribuer cette bande marginale à la propulsion mécanique, en avant, des produits secondaires de la révélation locale? Ne faut-il pas plutôt (car on ne l'observe point dans les espaces confinés de très faible hauteur) la considérer comme le lieu où les molécules arrivantes sont forcées, par la resistance des autres, de quitter la vitesse horizontale pour s'échapper en volutes et tourbillons vers le haut?

» En tout cas, on ne saurait pas plus voir ici une simple action directe de la diffusion que dans les alternances stratifiées de bandes noires et blanches qu'on observe dans les figures dites d'*effluves*, et qu'a cru pouvoir expliquer de cette simple façon M. Colson, au cours de ses successives vérifications de tous les faits nouveaux que j'ai signalés (1). Toute bande noire étant toujours comprise entre deux claires, et *vice-versa*, la raison de symétrie, à elle seule, exclut l'admissibilité d'une force de formule non sinusoidale, tandis que la simple considération du mouvement hélicoïdal et tourbillonnaire des molécules permettrait de rattacher encore ce détail à la constatation que j'ai faite (2) des vraies causes, ni chimiques exclusivement, ni thermiques strictement, mais surtout mécaniques, des inégalités du noircissement de la plaque.

» Mieux paraît précisé le rôle de la diffusion, tel que je l'avais signalé, et moins il paraît utile de lui attribuer ce qui ne saurait être de son ressort, comme, par exemple, l'action d'une plaque impressionnée sur une autre simplement voilée, très voisine; action qui, pouvant être produite aussi bien avec un vieux cliché sec quelconque, inerte chimiquement, se rattache simplement à la loi que j'ai formulée de la reproduction de tous les faibles reliefs plans appliqués sur gélatine, par simple proportionnalité localisée de l'action du révélateur aux très faibles épaisseurs sous lesquelles il se trouve confiné. Étant donné ce qu'on sait de l'inégale turgescibilité de la gélatine impressionnée, il est probable que c'est par là encore que s'expliquent le *développement confiné* et le *silhouettage* de M. Colson (3), qui paraîtraient l'un et l'autre bien problématiquement réalisables si la glace protectrice demeurait partout en contact intime avec la gélatine. Quant au *silhouettage* communément observable à la séparation

---

(1) *Bull. Soc. fr. de Photographie*, 2e série, t. XIV, p. 32; 1898. *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 471.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 589; 1898.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 471; 1898.

des plages fortement et faiblement impressionnées, comme il ne se manifeste jamais sur pellicule ou papier, mais seulement sur verre, il ne doit être autre que le phénomène de l'*irradiation*, dont Abney a formulé (1) la loi trop oubliée, et M. Cornu (2) le remède trop peu appliqué. »

CHIMIE. — *Sur les limites d'inflammabilité de l'oxyde de carbone.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **Boudouard**.

« Parmi les gaz combustibles, l'oxyde de carbone occupe une place à part. Sa limite élevée d'inflammabilité, la lenteur de la propagation de sa flamme indiquent une résistance à l'oxydation que sa chaleur élevée de combustion n'aurait pas fait prévoir. Il se comporte un peu parmi les gaz comme l'aluminium parmi les métaux. Nous avons pensé qu'il pourrait être intéressant de préciser, un peu plus qu'on ne l'avait fait, ses conditions d'inflammation.

» L'oxyde de carbone a été préparé pour ces expériences en décomposant le formiate de soude par l'acide sulfurique; recueilli dans un petit gazomètre à eau, il renfermait, au moment de l'emploi, 7 pour 100 d'air. Il en a été tenu compte dans le calcul de la composition exacte des divers mélanges étudiés.

» *Limites normales d'inflammabilité.* — Ces limites ont été déterminées dans les conditions définies antérieurement, par l'un de nous, comme les plus favorables pour ces sortes de mesures; c'est-à-dire dans une éprouvette de 40^{mm} de diamètre, 250^{mm} de hauteur, avec inflammation par l'ouverture tenue en l'air, et au moyen d'une flamme de 1^{cc}.

Limite inférieure.		Limite supérieure.	
16 oui	15,9	76,5 oui	74,5
15,8 non		74,5 à moitié	
		72,5 non	

» Cette limite 15,9 est pratiquement identique à la limite 16 trouvée antérieurement en partant d'un gaz plus pur, ne renfermant que 3 pour 100 d'air.

» *Influence du diamètre des tubes.* — Le diamètre de 40^{mm}, employé dans

(1) *Phil. Mag.*, 4e série, t. L, p. 46; 1875. Cf. *Moniteur de la Photographie*, t. XXIX, p. 115; 1890.

(2) *Comptes rendus*, t. CX, p. 551; 1890.

les expériences précédentes, est suffisant pour éviter toute influence appréciable de l'action refroidissante des parois; dans les tubes de diamètre plus faible, les deux limites extrêmes d'inflammabilité se rapprochent et il n'y a plus aucun mélange d'oxyde de carbone et d'air combustible dans les tubes d'un diamètre inférieur à $2^{mm},3$. Voici les résultats numériques :

Proportion de CO :		16,1.	17.	19,1.	26,5.	38.	47,5.	57.	61,7.	71,3.
Diamètre des tubes	oui...	13,8 mm	7,5 mm	6,6 mm	3,6 mm	3,6 mm	2,3 mm	3,6 mm	6,6 mm	11 mm
	non...	13	6,6	4,8	2,3	2,3	2,3	2,3	4,8	11

» Lorsque le même diamètre est porté avec la mention *oui* et *non*, cela signifie que la combustion se produit sur une certaine longueur du tube, mais ne se propage pas jusqu'à l'extrémité.

» *Influence de la pression.* — L'inflammabilité des mélanges d'oxyde de carbone et d'air diminue rapidement quand la pression décroît. Au-dessous de 80^{mm} de mercure, tous ces mélanges deviennent ininflammables.

Proportion de CO :		16,4.	18,6.	27,9.	46,5.
Pression	oui.....	454 mm	144 mm	89 mm	94 mm
	non.....	411	112	79	79

» Une expérience faite parallèlement avec un mélange de gaz d'éclairage et d'air à 15 pour 100 de gaz, proportion correspondant à la combustion complète, a montré que ce mélange était encore très inflammable sous la pression réduite de 64^{mm}.

» *Influence de la température.* — Il semble évident, *a priori*, que, au fur et à mesure que la température s'élève, la proportion de gaz nécessaire pour constituer un mélange inflammable doit aller en diminuant. Cependant les recherches de M. Roszkowsky (1), poursuivies seulement, il est vrai, jusqu'à 300°, conduiraient, en ce qui concerne l'oxyde de carbone, à une conclusion contraire. Des expériences semblables comportent une cause d'erreur importante : si le chauffage est prolongé trop longtemps avant la mise de feu, il peut se produire des phénomènes de combustion lente qui altèrent complétement la composition du mélange. Dans nos expériences, le gaz était allumé quelques secondes après son introduction dans un récipient préalablement chauffé à la température voulue. L'équilibre de tem-

(1) *Zeits. f. phys. Chem.*, t. VII, p. 485; 1891.

pérature d'une masse gazeuse avec une enveloppe solide chaude s'établit presque instantanément.

Proportion de CO.		14,2.	9,3.	7,4.
Température	oui.....	400°	490°	600°
	non	400	450	550

» Ces résultats sont bien conformes aux suppositions que l'on pouvait faire *a priori*.

» *Mélanges d'oxyde de carbone avec l'acétylène et l'hydrogène.* — D'après les recherches antérieures de l'un de nous, les limites d'inflammabilité des mélanges renfermant à la fois du méthane et du gaz d'éclairage correspondent à des proportions n et n' de chacun de ces gaz reliées entre elles par la relation

$$\frac{n}{N} + \frac{n'}{N'} = 1,$$

dans laquelle N et N′ sont les limites d'inflammabilité individuelle de chacun des deux gaz combustibles. On pouvait se demander si cette relation, rigoureusement exacte pour deux gaz ayant des compositions et des limites d'inflammabilité très voisines, le serait encore dans d'autres circonstances. Elle se vérifie avec la même rigueur pour les mélanges renfermant à la fois de l'acétylène et de l'oxyde de carbone, gaz dont les limites d'inflammabilité 2,8 et 15,9 sont très différentes :

Gaz.	Non.	Oui.	Limite.
C^2H^2.....	1,45	1,45	1,45
CO.....	7,35	7,95	7,65

ce qui donne la relation

$$\frac{1,45}{2,8} + \frac{7,65}{15,9} = 0,52 + 0,481 = 1,001$$

» *Mélanges d'oxyde de carbone et d'hydrogène.* — La relation en question n'est plus rigoureusement satisfaite dans ce cas, comme le montrent les résultats ci-dessous, donnant la composition de divers mélanges à la limite d'inflammabilité :

CO.....	15,9	12	7,75	4,3	0
H^2.....	»	2,7	5,50	7,6	10
$\frac{n}{N} + \frac{n'}{N'}$ =	1	1,025	1,04	1,02	1

» La variation de 4 pour 100, observée dans ce cas, est bien réelle; elle dépasse de beaucoup les erreurs expérimentales possibles.

» Peut-être l'hydrogène joue-t-il, vis-à-vis de l'oxyde de carbone, un rôle spécial se rattachant à l'influence connue de la vapeur d'eau sur la combustibilité de ce gaz. C'est là une question dont nous nous proposons de poursuivre l'étude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un borocarbure de glucinium*. Note de M. P. Lebeau, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons indiqué antérieurement (1) que le bore pouvait réduire la glucine à la température du four électrique; nous nous sommes proposé d'étudier le composé de bore et de glucinium susceptible de prendre naissance dans cette réduction.

» La glucine pure, provenant de la calcination du nitrate de glucinium, a été mélangée avec une quantité de bore suffisante pour enlever tout l'oxygène et produire un borure. Les proportions employées étaient les suivantes :

Glucine pure.....	75 parties.
Bore.....	45 »

» Le mélange intime, additionné d'un peu d'alcool, a été comprimé sous forme de petits cylindres, que l'on a ensuite desséchés par un séjour de quelques heures dans l'étuve, à 150°. L'un de ces petits cylindres a été placé dans une nacelle de charbon disposée à l'intérieur d'un tube de même substance, chauffé au moyen du four électrique à tube. La chauffe a duré sept à huit minutes avec un courant de 950 ampères sous 45 volts. A la fin de l'expérience, on a observé la fusion tranquille de la masse. Après refroidissement, il restait dans la nacelle un produit homogène, d'aspect métallique, à cassure cristalline.

» On a recommencé cette préparation sur une plus grande quantité de matière et dans un creuset de charbon. Il s'est formé un culot fondu très dur dont la majeure partie était métallique et bien cristallisée. Sur quelques

(1) P. Lebeau, *Sur quelques propriétés nouvelles de la glucine* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 818).

points on distinguait une substance blanche ayant subi la fusion : c'était de la glucine non réduite.

» Les parties métalliques triées avec soin renferment une petite quantité de glucine libre, et l'analyse qualitative nous a démontré qu'elles étaient formées de carbone, de bore et de glucinium. Cette substance est sans action sur l'eau, même après plusieurs jours de contact : le carbone ne s'y trouve donc pas sous forme de carbure de glucinium facilement décomposable par l'eau, mais bien engagé dans une combinaison triple de carbone, de glucinium et de bore.

» L'analyse de ce composé a été faite de la façon suivante :

» 1° *Dosage du bore et du glucinium.* — Un poids déterminé de substance a été attaqué par l'acide nitrique dans l'appareil à dosage du bore décrit par M. Moissan et d'après la méthode de Gooch. L'acide borique entraîné par l'alcool méthylique a été obtenu directement par l'augmentation de poids d'une quantité connue de chaux vive. Le résidu resté dans le ballon dans lequel a eu lieu l'attaque a été repris par l'eau et jeté sur filtre taré, afin de connaître le poids de glucine non réduite, insoluble dans ces conditions. La liqueur filtrée a été précipitée par l'ammoniaque puis additionnée d'une petite quantité de sulfhydrate d'ammonium. Le dépôt a été pesé après calcination.

» 2° *Dosage du carbone.* — Le carbone a été dosé à l'état d'acide carbonique, la matière étant attaquée par l'acide chromique en solution sulfurique. Le dispositif était à peu près identique à celui indiqué par M. Carnot, pour le dosage du carbone dans les fontes et les aciers.

» En déduisant la quantité de glucine non réduite, nous avons obtenu les rapports suivants entre les poids de carbone, bore et glucinium combinés :

Carbone	27,99	28,34
Bore	39,18	39,12
Glucinium	32,83	32,54

» Ces chiffres nous ont conduit à admettre, pour ce carboborure de glucinium, la formule $C^4Bo^6Gl^6$, soit $Bo^6C.3CGl^2$:

	Calculé pour $C^4Bo^6Gl^6$.
Carbone	28,49
Bore	39,17
Glucinium	32,33
	100,00

» Le borocarbure de glucinium se présente en cristaux brillants d'éclat métallique, d'une densité voisine de 2,4.

» Il ne s'altère pas à l'air à la température ordinaire ; chauffé au rouge, il s'oxyde superficiellement.

» Dans un courant d'oxygène pur, on constate vers 700° la présence de l'acide carbonique, mais la réaction s'arrête rapidement, la couche d'acide borique formée protégeant la matière contre une oxydation plus profonde.

» Vers 450°, le borocarbure de glucinium brûle dans le chlore avec une belle incandescence ; il se produit du chlorure de bore, du chlorure de glucinium et il reste une matière noire constituée par du carbone amorphe. Le brome donne un résultat identique ; l'iode est sans action à la température de ramollissement du verre.

» En opérant dans la porcelaine, nous avons constaté une attaque très nette avec production d'iodure de glucinium et d'iodure de bore.

» Dans la vapeur de soufre, au rouge, l'attaque a lieu superficiellement, le résidu humecté d'eau dégage de l'hydrogène sulfuré.

» Les hydracides gazeux réagissent également sur le borocarbure de glucinium. Les acides minéraux et particulièrement l'acide nitrique le dissolvent rapidement.

» Nous n'avons pu, dans la réduction de la glucine par le bore au four électrique, obtenir de composé exempt de carbone. La réduction se produisant à une température très élevée, il nous a été impossible de soustraire la matière à l'action des vapeurs de carbone. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques sels halogénés du plomb* (1). Note de M. **V. Thomas**, présentée par M. Friedel.

« Si l'histoire des sels halogénés du plomb nous est aujourd'hui bien connue, il n'en est pas de même, malgré le nombre des chimistes qui en ont abordé l'étude, de l'histoire des sels mixtes, combinaisons de chlorure et d'iodure, de chlorure et de bromure, de bromure et d'iodure. La présente Note a pour but l'étude des chloroiodures.

» Chloroiodures de plomb. — Labouré (2), en traitant de l'iodure de plomb par l'acide chlorhydrique bouillant, avait obtenu un sel double bien cristallisé. Comme

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences de Paris.

(2) Labouré, *J. Ph.*, 3e série, t. IV, p. 328.

Labouré n'avait pas analysé ce chloroiodure, la question fut reprise par Dietzel (1). Cet auteur lui attribua la formule PbICl.

» Poggiale, dans une Note aux *Comptes rendus* (2), décrit plusieurs sels haloïdes doubles et, en particulier, un chloroiodure de plomb qu'il obtenait en traitant une dissolution de chlorure de plomb par l'iodure de sodium, ou bien en dissolvant de l'iodure de plomb dans le chlorure d'ammonium. Poggiale lui attribua la formule $PbI^2 . 2PbCl^3$ (3).

» Engelhardt (4), dans un long Mémoire sur l'action exercée par les chlorures métalliques sur l'iodure de plomb, a repris la question. D'après cet auteur, on pourrait ainsi obtenir toute une série de mélanges dont la composition serait exprimée par les formules limites $PbCl^2$ et PbICl.

» Plus récemment, M^lle Field (5) a de nouveau étudié les sels mixtes de plomb. L'auteur a montré qu'en chauffant ensemble

I.	PbI^2.....	1gr	AmCl.....	6gr	H^2O.....	50gr

on obtenait le chloroiodure PbICl. Si l'on part au contraire des proportions suivantes

II.	KI.....	1gr	$PbCl^2$.....	5gr	H^2O.....	250gr

on obtient d'autres sels correspondant, l'un, à la formule $3PbCl^2, PbI^2$, l'autre, plus riche en chlore, correspondant à la formule $5PbCl^2, PbI^2$. Enfin, M. Herty (6) semble conclure de ses recherches que les composés divers décrits comme chloroiodures ne sont que des mélanges isomorphes de chlorure et d'iodure.

» *Action de l'acide chlorhydrique sur l'iodure de plomb.* — L'action de l'acide chlorhydrique bouillant sur l'iodure de plomb donne toujours naissance à un chloroiodure correspondant à la formule PbICl indiquée par Dietzel. Suivant la durée de la réaction, suivant les proportions relatives de sel de plomb et d'acide, on peut obtenir ce composé, soit à l'état de pureté, soit mélangé de chlorure ou d'iodure de plomb. J'indiquerai ultérieurement comment on peut reconnaître qu'on a bien affaire à un composé défini, plus ou moins mélangé d'impuretés.

» *Actions réciproques des chlorures ou iodures métalliques avec des sels haloïdes de plomb.* — J'ai seulement étudié le cas où les sels métalliques étaient des sels alcalins (sels de sodium, potassium et ammonium).

---

(1) Dietzel, *Dingl. polyt. Journ.*, t. CXC, p. 41.

(2) *Comptes rendus*, t. XX, p. 1180; avril 1845.

(3) Il est regrettable que le Mémoire original ne mentionne pas les proportions relatives des sels mis en présence, nécessaires pour obtenir ce composé.

(4) *Journal für praktische Chemie*, t. LXVII, p. 293; 1856.

(5) *Chemical New*, t. LXVII, p. 157; 1893.

(6) *American chemical Journal*, t. XVIII, p. 290.

» Qu'on fasse réagir de l'iodure de plomb sur un chlorure ou un iodure sur du chlorure de plomb, la question est toute semblable. On se trouve, en effet, par suite de doubles décompositions, avoir en présence du chlorure et de l'iodure de plomb. Le résultat auquel je suis arrivé est extrêmement simple : je n'ai jamais pu préparer qu'un seul composé, le chloroiodure PbICl, pur ou plus ou moins souillé de chlorure de plomb.

» J'ai repris en particulier avec beaucoup de soin les expériences de M^lle Field. En partant du premier système (I) mentionné précédemment, j'ai toujours et très régulièrement obtenu le corps mentionné par ce chimiste. Je ferai cependant la remarque que, tandis que M^lle Field attribue au chloroiodure une demi-molécule d'eau de cristallisation (1), j'ai toujours, en desséchant le composé à froid sur une plaque poreuse, obtenu ce sel anhydre, comme il ressort de l'analyse ci-dessous :

Trouvé : Pb...	56,05	Cl.....	9,22	I.....	34,42
Calculé : Pb...	55,90	Cl.....	9,63	I.....	34,47

» C'est ce même sel anhydre que j'ai obtenu en opérant avec le second système (II). Le chlorure de plomb (5^gr) était dissous dans 240^cc d'eau à chaud; puis cette solution additionnée de 10^cc d'une liqueur d'iodure de potassium au dixième. L'addition d'iodure de potassium produit d'abord un précipité jaune qui se dissout presque instantanément, en même temps qu'il se dépose des cristaux verdâtres. On peut du reste fractionner la cristallisation, en recueillant le précipité formé à 70°, 60°, 50°, 40°, etc. par refroidissement successif; il faut descendre à une température relativement basse (30° environ) pour que le microscope révèle un mélange et que l'analyse indique un excès de chlore. Les précipités recueillis immédiatement, puis à températures plus basses, 70°, 60°, 50° et même 40°, correspondent exactement à la formule PbICl.

» Vers 10°, au contraire, ce précipité est formé par du chlorure de plomb exempt de toute trace d'iode.

» L'existence de ce chloroiodure comme espèce chimique bien définie est, du reste, démontrée par le produit d'oxydation qu'il est susceptible de fournir lorsqu'on le traite par le peroxyde d'azote.

» J'ai eu l'occasion de montrer (2) que les différents composés halogénés du plomb se comportaient diversement avec l'hypoazotide. Tandis

---

(1) Le sel de M^lle Field était séché vers 100°.

(2) V. Thomas, *Thèse de doctorat*. Gauthier-Villars.

qu'à température ordinaire, en effet, les chlorure et bromure n'étaient pas attaqués, le composé iodé était, même à basse température, complètement décomposé avec mise en liberté d'iode et formation d'oxyde de plomb PbO (¹). Il était à présumer qu'un composé tel que PbICl, traité par l'hypoazotide, devait donner naissance à un départ d'iode et à la formation d'un oxychlorure correspondant. C'est ce que l'expérience vérifie : le déplacement de l'iode commence à froid; mais il est nécessaire, pour renouveler les surfaces, d'élever suffisamment la température pour permettre la sublimation de l'iode. La diminution de poids observée est celle exigée par l'équation

$$Pb''\begin{matrix} I \\ Cl \end{matrix}\!\!\begin{matrix} I \\ Cl \end{matrix}\!\!>Pb'' + O = Pb''\begin{matrix} O \\ Cl\,Cl \end{matrix}\!\!>Pb'' + I^2.$$

» Le dosage du chlore donne du reste :

	Trouvé.	Calculé.
Cl.....	14,14	14,23 pour 100

» Le procédé qui permet de reproduire aisément la *matlockite* permet aussi facilement de discerner les mélanges de chlorure et d'iodure des chloroiodures proprement dits. Tandis que les chloroiodures donnent naissance aux oxychlorures correspondants, les chlorures et iodures se comportent différemment. Les chlorures ne sont pas attaqués, et les iodures sont transformés en oxyde, si bien qu'en traitant le résidu de l'oxydation par de l'eau chaude on arrive à l'épuiser totalement, et le produit ainsi purifié consiste en oxyde de plomb pur.

» Ce procédé d'obtention des oxychlorures paraît du reste être susceptible de généralisation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la microstructure des alliages de fer et de nickel.* Note de M. **F. Osmond**, présentée par M. Troost.

« Au point de vue de leur microstructure, les alliages forgés de fer et de nickel (de 0 à 50 pour 100 de nickel) peuvent se partager en trois groupes.

(¹) Cette réaction paraît, du reste, contraire aux données thermochimiques. On a, en effet,

$$PbI^2 + AzO^2 = PbO + AzO + I^2 (51 - 31,6 + 2,6 - 42) \ldots - 10^{Cal}.$$

» 1° Jusqu'à une teneur en nickel de 8 pour 100 ou un peu plus, cette structure est semblable à celle des aciers ordinaires sans nickel. Seulement les grains de fer sont, toutes choses égales d'ailleurs, de dimensions plus petites et ont une moindre tendance à grossir sous l'influence d'une température élevée, ce qui donne aux cassures leur aspect fibreux.

» 2° Le deuxième groupe comprend les alliages d'une teneur de 12 à 25 pour 100 environ de nickel (1). Quelle qu'ait été la vitesse du refroidissement, la coupe montre, après attaque, des faisceaux fibreux rectilinéaires qui s'orientent volontiers parallèlement à trois directions principales (cristalites pouvant se rattacher à l'octaèdre). Le carbone, du moins quand il est en proportions faibles ou moyennes, ne forme pas de carbures liquatés discernables. Ces caractères sont, d'une manière générale et sauf quelques différences secondaires, ceux des aciers au carbone *trempés*, et cette similitude accentue le rapprochement auquel avaient déjà conduit d'autres propriétés des alliages du même groupe (dureté et polarité magnétique).

» 3° Le troisième groupe réunit les alliages *non magnétiques* à 25 pour 100 de nickel environ (2) et ceux qui retrouvent leurs propriétés magnétiques à la faveur d'un excès de nickel (30 à 50 pour 100). Les méthodes d'attaque (par la teinture d'iode ou l'acide azotique) appliquées d'habitude aux aciers ordinaires ne donnent plus ici de bons résultats. Il convient d'employer l'acide chlorhydrique étendu en reliant le métal au pôle positif d'un élément de pile au bichromate. La structure est purement cristalline; mais, comme les cristaux s'arrêtent mutuellement dans leur croissance, ces cristaux (peut-être des octaèdres maclés) ne se prêtent guère à une détermination certaine. Le facies général n'est pas moins caractéristique.

» En outre, les alliages de ce groupe sont criblés, après attaque, de nombreuses piqûres qui peuvent être des porosités agrandies.

» En résumé, l'étude de la microstructure des alliages de fer et de nickel confirme la classification fondée sur les propriétés mécaniques et le parallèle que l'on avait pu établir entre la série de ces alliages et les séries des aciers au carbone (trempés) et au manganèse (trempés ou non).

(1) Je n'ai pas eu d'échantillons entre 8 et 12 pour 100.

(2) Avec une même teneur en nickel (24,80 pour 100) un alliage à 0,16 de carbone est magnétique, un alliage à 0,65 de carbone non magnétique à la température ordinaire, après refroidissement dans les mêmes conditions. Au point de vue de la structure, le premier de ces alliages appartient au deuxième groupe, le second au troisième.

Elle prouve une fois de plus que les propriétés dominantes des aciers sont une fonction de la position de leurs points de transformation sur l'échelle des températures. Suivant que ces transformations se font, pendant le refroidissement, au-dessus de 400° environ, entre 350° environ et la température ordinaire ou au-dessous de cette dernière, on obtient trois types distincts.

» Les alliages de fer et de nickel possèdent une autre particularité intéressante, celle de devenir facilement schisteux sous l'influence du forgeage. J'avais déjà signalé des faits analogues dans les aciers doux ordinaires; mais, ces derniers n'étant pas homogènes, il était naturel que leurs éléments de structure, d'inégale dureté, s'étirassent inégalement. Dans les alliages de fer et de nickel, la schistosité se superpose aux structures ci-dessus décrites et, dans les métaux des deuxième et troisième groupes, en est complètement indépendante, recoupant de ses formes propres les cristallites et les cristaux.

» Elle est d'abord mise en évidence par toutes les méthodes d'attaque et se traduit par la formation de bandes alternativement plus et moins attaquées s'enveloppant les unes les autres et permettant de suivre la répartition des déformations dues au forgeage ou au laminage. »

THERMOCHIMIE. — *Données thermiques relatives à l'acide éthyl-malonique. Comparaison avec ses isomères, les acides glutarique et méthyl-succinique.* Note de M. **G. Massol.**

« A. *Acide éthyl-malonique.* — Préparé par l'action de l'iodure d'éthyle sur l'éther malonique sodé. Il cristallise avec 1 molécule d'eau, qu'il perd par un long séjour à l'étuve à 100°. Anhydre, il fond à 111°,5 et se dissout dans l'eau avec absorption de chaleur ($pm = 132^{gr}$ dans 4^{lit}) : $-2^{Cal},96$.

» B. *Éthyl-malonate de potasse.* — Les chaleurs de neutralisation sont :

$$C^5H^8O^4 \text{ diss.} + KOH \text{ diss.} = C^5H^7O^4K \text{ diss.} : + 14^{Cal},08,$$
$$C^5H^7O^4K \text{ diss.} + KOH \text{ diss.} = C^5H^6O^4K^2 \text{ diss.} : + 13^{Cal},80.$$

» La solution du sel neutre, évaporée à siccité, donne une masse sirupeuse qui se dessèche lentement et ne se déshydrate qu'à 150°-160° dans un courant d'hydrogène sec. Ce sel anhydre se dissout dans l'eau, avec dégagement de chaleur ($pm = 208^{gr}$ dans 8^{lit}) $+ 4^{Cal},45$.

» La chaleur de formation du sel neutre solide, à partir de l'acide et de

la base solides, est

$$C^5H^8O^4 \text{ sol.} + 2KOH \text{ sol.} = C^5H^6O^4K^2 \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol.} : + 48^{Cal},25.$$

» C. *Valeur thermique des trois isomères.* — J'ai publié antérieurement les données thermiques relatives à l'acide normal ou glutarique (1) et à l'acide non normal : méthyl-succinique ou acide pyrotartrique ordinaire (2); la comparaison des nombres obtenus montre que la *valeur acidimétrique*, mesurée thermiquement par la *chaleur de formation du sel neutre de potasse solide*, varie pour chacun des trois isomères et qu'elle diminue progressivement avec l'écartement des carboxyles :

		Cal
Position 1 : 3.	A. éthyl-malonique	+ 48,25
» 1 : 4.	A. méthyl-succinique	+ 45,18
» 1 : 5.	A. glutarique normal	+ 44,23

» Ces données sont comparables à celles qui m'avaient fourni la chaleur de formation des trois phtalates neutres de potasse (3) :

		Cal
Position 1 : 2.	A. ortho-phtalique.....	+ 44,38
» 1 : 3.	A. méta-phtalique.....	+ 39,12
» 1 : 4.	A. para-phtalique	+ 38,42

avec cette différence toutefois que la présence du noyau benzénique diminue la valeur de la fonction acide qui reste comparable pour l'acide ortho avec celle de l'acide glutarique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation du furfurol par la cellulose et ses dérivés oxy et hydro.* Note de M. **Léo Vignon.**

« Comme suite aux recherches sur l'oxycellulose publiées dans les *Comptes rendus* (20 septembre 1897), j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats qui m'ont été donnés par l'étude de la formation du furfurol à partir de la cellulose, de l'oxycellulose et de l'hydrocellulose.

» J'ai pris, comme point de départ, de la cellulose pure provenant du coton dans les conditions que j'ai précisées. Des poids égaux ont été

(1) *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 1437.
(2) *Ibid.*, t. CXIV, p. 1073.
(3) *Ann. de Phys. et de Chim.*, 7e série, t. I, p. 145.

ensuite soumis respectivement à des actions acides (1), oxydantes (2) et réductrices (3) :

	1.	2.	3.
Coton pur	10gr	10gr	10gr
Eau	1000cc	1000cc	1000cc
HCl 22° B.	65cc	65cc	65cc
$KClO^3$	»	80gr	»
$SnCl^2$	»	»	50gr

Traitement maintenu pendant une heure à l'ébullition. On a obtenu en 1 de l'*hydrocellulose* (cellulose hydratée) de Girard, le coton ayant perdu la majeure partie de sa structure; en 2 de l'*oxycellulose*, en poudre très blanche; en 3 un produit semblable à 1.

» Ces trois substances, mises au contact d'une solution de potasse caustique à 10°B., à froid, pendant cinq heures (4gr substance, 75cc lessive KOH), fournissent : 1 et 3 une liqueur incolore, 2 une solution jaune d'or. Après essorage, lavage et séchage, on constate que les substances traitées ont subi des pertes de poids s'élevant à 15 pour 100 pour 1 et 3, et à 25 pour 100 pour 2. L'oxycellulose se différencie nettement de l'hydrocellulose, qui paraît identique à la cellulose hydrogénée.

» *Formation du furfurol.* — J'ai soumis ces trois celluloses modifiées, et comparativement, de l'amidon, du coton blanchi au chlore, de l'oxycellulose obtenue par oxydation de la cellulose par l'acide chromique, à l'action de l'acide chlorhydrique de densité 1,06, à l'ébullition, pour déterminer la formation du furfurol (procédé de Tollens). Le furfurol obtenu a été dosé dans le distillatum recueilli, en le transformant par la phénylhydrazine en hydrazone prenant naissance suivant l'équation

$$C^5H^4O^2 + C^6H^5N^2H^3 = C^5H^4ON^2HC^6H^5 + H^2O.$$

» J'ai obtenu les résultats suivants :

Matières premières.	Furfurol pour 100.
Hydrocellulose (1)	0,854
Oxycellulose (2)	2,113
Cellulose réduite (3)	0,860
Amidon	0,800
Coton blanchi	1,800
Oxycellulose chromique	3,500

» Pendant la formation du furfurol, il se dégage de l'acide carbonique, qui peut être recueilli dans la baryte : les quantités de cet acide obtenues

ne présentent pas de rapport fixe avec les proportions de furfurol recueillies.

» J'ai étudié ensuite la formation du furfurol à partir des produits de dédoublement de l'oxycellulose par la potasse.

» Deux échantillons d'oxycellulose ont été préparés :

» 1° Par oxydation avec le chlorate de potassium :

Coton purifié.....	40gr	Ébullition, une heure.
Eau.....	3000cc	Obtenu 30gr.
HCl, 22°.....	250cc	Oxycellulose (A) en poudre blanche, ne laissant pas de cendres.
$KClO^3$.....	300gr	

» 2° Par oxydation avec l'acide chromique :

Coton purifié.....	40gr	Ébullition, une heure.
Eau.....	3000cc	Obtenu 27gr,5 d'oxycellulose (B).
$K^2Cr^2O^7$.....	60gr	En poudre verte, laissant 2,24 pour 100 de cendres chromiques.
SO^4H^2.....	80gr	

» 25gr de chaque échantillon ont été traités par 200cc KOH à 20°B., à la température ordinaire, pendant cinq heures.

L'oxycellulose A donne une liqueur jaune d'or.

» » B » » » brune.

» Toutes les deux fournissent un résidu insoluble constitué par des poudres grises.

» Par saturation des solutions potassiques au moyen de l'acide chlorhydrique, on obtient d'abondants précipités gélatineux blancs, qui ont été recueillis, séchés et pesés.

» Finalement, on a obtenu par l'action de la potasse sur les oxycelluloses A et B (25gr) :

	A. $KClO^3$.	B. $K^2Cr^2O^7$.
	gr	gr
1. Insoluble.....	16,20	11,16
2. Précipité de la solution potassique.	2,45	1,42
3. Dissous dans la solution potassique neutralisée.....	6,35	12,42
	25,00	25,00

» Ces trois fractions ont été transformées en furfurol par l'action de

l'acide chlorhydrique de densité 1,06; le furfurol obtenu a été dosé par la phénylhydrazine :

	Furfurol pour 100.	
	A.	B.
	gr	gr
1. Insoluble.....	0,86	0,76
2. Précipité.....	4,35	5,11
3. Dissous.....	1,10	1,54

» En résumé, la molécule cellulosique, oxydée, devient facilement décomposable par la potasse : la majeure partie, insoluble dans ce réactif, a tous les caractères de la cellulose initiale [chaleur de combustion (1), formation du furfurol]. La partie dissoute, plus complexe, réductrice, aldéhydique, contient une substance précipitable par les acides qui donne des proportions de furfurol relativement considérables. Ces faits, complétés par d'autres, nous serviront pour l'établissement d'une formule développée de la cellulose du coton, synthétisant ses propriétés chimiques. »

ZOOLOGIE. — *Note préliminaire sur la distribution géographique et l'évolution des Péripates.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les Onychophores sont les Articulés terrestres qui se rapprochent le plus des Annélides; les zoologistes sont unanimes, aujourd'hui, pour les considérer comme des animaux très primitifs, et, bien que leurs restes soient inconnus à l'état fossile, il semble naturel de faire remonter leur apparition à une époque très éloignée. Répandus en Amérique (Antilles, Amérique centrale et une partie de l'Amérique du Sud), en Afrique (dans la région du Cap) et en Océanie (depuis l'Australie orientale jusqu'en Nouvelle-Zélande), on les a considérés jusqu'ici comme très distincts les uns des autres suivant l'aire qu'ils occupent, et M. Pocock, attribuant ce fait à leur âge très ancien, a pris l'initiative de les diviser en trois genres, dont chacun serait propre à l'une des trois zones géographiques ci-dessus signalées.

» Le but de cette Note est de montrer que cette localisation étroite

(1) *Comptes rendus*, 20 septembre 1897.

n'existe pas et que les Onychophores ont évolué progressivement à travers les âges, pendant qu'ils s'éloignaient de leur centre d'origine.

» Les animaux qui m'ont permis d'aborder ce problème ont été recueillis en Afrique par le regretté Thollon, qui les offrit au Muséum; ils appartiennent à une espèce nouvelle, que je propose de nommer *Peripatus Tholloni,* en souvenir du vaillant et malheureux explorateur qui l'a découverte.

» Cette curieuse espèce étant intermédiaire entre les formes américaines et celles du Cap, je passerai successivement en revue les caractères qui ont permis, jusqu'à ce jour, de distinguer les espèces des diverses régions.

» 1° *Distribution géographique.* — Le *P. Tholloni* provient du Gabon, c'est-à-dire d'une zone intermédiaire entre le Cap et les parties de l'Amérique où habitent les Péripates. Ces animaux étaient restés, jusqu'ici, inconnus dans cette région.

» 2° *Nombre de pattes.* — Les espèces américaines ont bien plus de pattes que les autres, généralement de 27 à 42 paires, et le nombre de ces appendices varie d'ailleurs d'un individu à l'autre; dans les formes africaines et océaniennes, il paraît constant pour chaque espèce; il est de 17 (14?) à 21 paires pour les premières, de 15 paires pour les secondes. Dans le *P. Tholloni* le nombre des pattes est de 24 ou 25 paires.

» 3° *Pattes rudimentaires, position de l'orifice sexuel.* — Dans les espèces américaines, l'orifice génital se trouve entre les pattes de l'avant-dernière paire, et les pattes de la paire postérieure, un peu plus réduites que les autres, n'ont que deux arceaux spinuleux au lieu de quatre. Dans les espèces du Cap, l'orifice est subterminal et situé loin en arrière des pattes postérieures qui ne sont pas modifiées; chez les formes océaniennes, l'orifice se trouve à une assez grande distance de l'anus, entre les pattes postérieures, qui sont aussi normales. Dans le *P. Tholloni,* l'orifice génital occupe la même place que chez les espèces américaines, mais la dernière paire de pattes, munie seulement de deux arceaux, est encore plus réduite; il est clair que cette paire s'est atrophiée dans les espèces océaniennes et que les deux paires postérieures ont disparu dans le *P. capensis.* A ce point de vue, on doit signaler une espèce du Cap, le *P. Balfouri,* où l'orifice génital, situé près de l'anus, se trouve entre des pattes postérieures fort réduites, qui correspondent aux appendices de l'avant-dernière paire du *P. Tholloni* et des espèces américaines.

» 4° *Structure des pattes.* — Les pattes des espèces américaines sont munies, près de leur extrémité, de quatre arceaux spinuleux; dans les espèces du Cap et de l'Océanie, l'arceau proximal n'existe plus et l'on ne compte que trois arceaux. Il en est de même dans le *P. Tholloni.* D'ailleurs, dans cette espèce, comme dans les formes australiennes, on ne trouve pas de papilles à la base de la partie pédieuse des pattes, tandis que deux de ces papilles existent chez les Péripates d'Amérique et du Cap.

» 5° *Orifices néphridiens des pattes 4 et 5.* — Sur les pattes de la quatrième et de la cinquième paire, l'orifice néphridien se trouve compris entre les deux arceaux spi-

nuleux proximaux, chez les espèces américaines. Dans le *P. Tholloni*, il occupe la même place; mais, l'arceau proximal ayant disparu, il paraît se trouver en dehors des arceaux et échancre même légèrement le premier d'entre eux. Dans les espèces océaniennes, l'échancrure est bien plus prononcée, et la papille néphridienne se trouve presque tout entière comprise dans l'arceau; enfin, dans les espèces du Cap, la papille se trouve tout à fait au centre de ce dernier.

» 6° *Plis du corps.* — Dans les espèces américaines, les plis du corps ne sont pas interrompus sur la ligne médiane dorsale et se composent d'une seule rangée de papilles; dans les espèces du Cap, ils présentent une solution de continuité au milieu du dos et comptent ordinairement plusieurs rangées de papilles. Le *P. Tholloni* a des plis continus comme les espèces américaines, mais il offre dans chaque pli une ou deux rangées de petites papilles accessoires.

» 7° *Mâchoires.* — Dans les espèces américaines, les deux lames de chaque mâchoire sont munies d'une dent accessoire sur le bord interne de la dent principale; en outre, la lame maxillaire interne est armée d'une longue rangée de denticules. Dans les espèces du Cap, la dent accessoire disparaît sur la lame interne, et les denticules de cette lame sont bien moins nombreux; il en est de même chez les formes océaniennes, mais la dent accessoire y disparaît aussi sur la lame externe. Dans le *P. Tholloni*, les mâchoires sont du même type que celles des espèces américaines.

» De ce qui précède il résulte que le *P. Tholloni* établit la transition entre les Péripates américains et ceux de l'Afrique australe. Plus voisin des premiers, il doit être considéré comme issu des Péripates américains qui se répandaient peu à peu vers l'est, à l'époque où une barrière continentale reliait encore le nouveau monde à l'ancien. A mesure que s'effectuait cette dispersion orientale des Péripates, l'évolution de ces animaux s'accentuait dans une direction déterminée : les pattes s'atrophiaient progressivement en arrière et, en même temps, leur nombre devenait de plus en plus constant; les arceaux spinuleux proximaux suivaient, jusqu'à un certain point, la même marche régressive; les papilles néphridiennes de deux paires de pattes s'avançaient peu à peu vers l'arceau suivant; les plis de la peau se compliquaient, puis s'interrompaient sur la ligne médiane dorsale; enfin, l'armature dentiforme des mâchoires se réduisait de plus en plus.

» Les espèces d'Océanie marquant, à beaucoup d'égards, le terme actuel de l'évolution des Onychophores, on pourrait croire que les Péripates de cette région proviennent d'espèces africaines qui auraient émigré vers l'est aux époques géologiques. Mais certains caractères de ces animaux étant assez primitifs (position de l'orifice sexuel et des orifices néphridiens des pattes 4 et 5), on peut penser aussi que la dispersion du groupe s'est

effectuée à la fois dans les deux sens : vers l'est pour l'Afrique, vers l'ouest pour l'Australie et les régions circonvoisines. L'étude des Péripates du Chili permettra peut-être de résoudre ce problème.

» En tous cas, il paraît bien certain que l'Amérique centrale et la région caraïbe ont été le centre d'origine et de migration des Péripates; leur dispersion vers l'est ne laisse également guère de doute, et l'on doit s'attendre à les découvrir dans toutes les parties tropicales de l'Afrique orientale, au moins jusqu'à la région des îles du Cap Vert. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation des Pleurotomaires*. Note de MM. **E.-L. Bouvier** et **H. Fischer**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Nous avons déjà exposé dans une première Note, présentée en mars 1897, les résultats de nos recherches sur le système nerveux de *Pleurotomaria Quoyana* et les considérations générales que l'on peut déduire de cette étude. Nous nous proposons maintenant de compléter les notions précédemment acquises.

» *Système nerveux*. — Les cellules nerveuses des ganglions cérébroïdes sont de petite dimension, comme c'est la règle chez les Prosobranches.

» Les cordons nerveux scalariformes palléo-pédieux sont réunis en avant par une grande commissure : celle-ci contient des fibres nerveuses qui réunissent les parties palléales et d'autres qui réunissent les parties pédieuses.

» La commissure viscérale croisée se détache du connectif qui unit le ganglion cérébroïde à la partie palléale du cordon scalariforme (connectif cérébro-palléal); les fibres nerveuses de cette commissure proviennent les unes des ganglions cérébroïdes, les autres des cordons scalariformes; on ne voit pas de renflement ganglionnaire appréciable dans la région où elle prend naissance, mais seulement une certaine quantité de cellules nerveuses : le ganglion palléal des Pectinibranches est donc absent ou absolument diffus chez les Pleurotomaires.

» Un certain nombre des nerfs qui naissent latéralement des cordons scalariformes ont une origine mixte : ils se détachent en partie de la région palléale et en partie de la région pédieuse. L'examen des fibres nerveuses confirme la réalité de cette structure, déjà bien visible par la dissection.

» *Organes des sens*. — L'œil se présente extérieurement sous l'aspect d'un très petit orifice situé à la base du tentacule; sa structure, très primi-

» Pour la partie jeune des filaments, je n'ai pas réussi jusqu'ici à mettre cette structure en évidence, et je suis porté à croire que, dans cette région, le cytoplasma n'est pas différencié en hyaloplasma et enchylema, que là, en un mot, en dehors des granules qu'il renferme, il a une structure homogène.

» Dans les parties très âgées du mycélium immergé, cette structure a disparu, et cela par le processus que j'indiquerai plus loin; on n'observe plus que des traces de cytoplasma adhérentes à la membrane cellulaire, et le reste de la cavité mycélienne est occupé par de l'eau peu chargée de substances étrangères.

» La structure canaliculaire dont j'ai parlé se présente donc comme un stade de transformation du cytoplasma. Or, en appliquant le même procédé de coloration à diverses Mucorinées appartenant à des genres variés (*Mortierella, Mucor, Helicostylum,* etc.), j'ai retrouvé les mêmes aspects, la même structure. Cette différenciation semble donc être un stade de l'évolution normale du cytoplasma chez les Mucorinées.

» On peut interpréter de la façon suivante les faits observés. Dès que le cytoplasma, n'étant plus très jeune, cesse d'être homogène, il se fait une séparation, un *départ*, entre l'enchylema et l'hyaloplasma. La cavité du filament renferme alors une masse hyaloplasmique parfaitement transparente, au milieu de laquelle l'enchylema se dispose en longs cordons plus ou moins granuleux, présentant des courants protoplasmiques. Le départ entre ces deux substances se fait de façon symétrique autour de l'axe du filament, et les canalicules se trouvent ainsi disposés régulièrement, à une distance sensiblement constante et toujours très faible de la périphérie. Même lorsque le filament mycélien est volumineux et renferme jusqu'à huit ou dix canalicules, aucun de ces canalicules n'est central : sur une coupe transversale schématique, ils seraient disposés sur une circonférence concentrique au pourtour du filament. Il semble donc que la cause de la différenciation ait une origine périphérique et ne réside pas dans les propriétés intrinsèques du protoplasma.

» En vieillissant, les canalicules se morcellent, et ce morcellement se fait par un processus analogue à celui qui a produit la première différenciation du cytoplasma. De distance en distance apparaissent, en effet, des disques de nature hyaloplasmique qui constituent comme autant de solutions de continuité dans les cordons d'enchylema. Ces disques présentent les caractères suivants :

» En premier lieu, ils ont, au moment où ils se forment, une épaisseur

assez constante et égale à celle de la zone intercanaliculaire ($\frac{3}{4}$ de μ environ) : ces disques semblent donc être, comme celle-ci, déterminés par l'action de forces capillaires.

» En second lieu, ils constituent une section nette, *plane*, sensiblement perpendiculaire à la direction du canalicule. Ceci me paraît venir à l'appui des raisons que j'ai déjà données et confirmer d'une façon certaine la rigidité de l'hyaloplasma : si celui-ci était parfaitement fluide, les surfaces terminales des tronçons d'enchylema seraient convexes et non planes.

» Enfin, les disques s'épaississent peu à peu aux dépens de l'enchylema, les canalicules se morcellent de plus en plus, et à la fin il ne reste de l'enchylema que des particules accolées à la membrane, tout le reste de la cavité étant occupé par un liquide qui est de l'hyaloplasma devenu entièrement aqueux.

» En résumé on peut déduire, de toutes mes observations sur ce sujet, les conclusions suivantes :

» *Le cytoplasma des Mucorinées se différencie, à un moment donné, en une masse transparente (hyaloplasma) et en un certain nombre de cordons protoplasmiques granuleux (enchylema) inclus et disposés régulièrement à la périphérie. En vieillissant, les cordons protoplasmiques se morcellent et toute la masse finit par se transformer en un hyaloplasma de plus en plus aqueux. Cet état final n'a donc pas ici l'origine que l'on décrit dans les végétaux supérieurs comme étant due à l'extension des vacuoles.* »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la résistance des graines à l'immersion dans l'eau* (1). Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

» Parmi les moyens de dissémination que la nature emploie pour répandre les graines au loin, on admet généralement que le transport par eau joue un assez grand rôle. Plusieurs auteurs, Darwin et Charles Martins entre autres, se sont occupés du transport par l'eau de mer et ont montré que beaucoup de graines résistent à l'action nocive de cette dernière et germent encore lorsqu'elles ont été immergées pendant fort longtemps. Il n'existe, à ma connaissance, aucune expérience précise se rapportant à l'action de l'eau douce. La dissémination par cet élément, si répandu à

(1) Travail du laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

la surface du globe, doit, à tout prendre, être beaucoup plus importante que la précédente ; les rivières, en effet, transportent des graines dans des régions assez limitées, où les conditions climatologiques sont à peu près les mêmes, et où, par suite, la plante a le plus de chances de germer et de survivre. Il s'agit de savoir si les graines peuvent résister à un séjour prolongé dans l'eau, où elles ont plusieurs raisons d'être détruites, notamment par la pression osmotique du liquide qui pénètre dans les cellules, par la perte d'éléments solubles, par le bacille Amylobacter qui dissout la cellulose et produit la fermentation butyrique, par la difficulté d'absorption de l'oxygène et enfin par l'attaque de divers organismes inférieurs.

» Cette étude présente aussi un autre intérêt biologique. Il arrive souvent, en effet, que de vastes étendues de terrain sont submergées pendant longtemps, soit par l'inondation, soit par des pluies abondantes. Que deviennent les graines dans ces terrains détrempés? Au bout de combien de temps meurent-elles?

» Telles sont les questions que je vais examiner. Les expériences auxquelles je me suis livré sont de deux ordres : dans les unes, l'eau était renouvelée toutes les vingt-quatre heures; dans les autres, l'eau était confinée, c'est-à-dire n'était jamais renouvelée. Le Tableau ci-dessous indique au bout de combien de jours la mort a été constatée.

Nombre de jours au bout desquels les graines meurent
(Température de 15° à 20° C.).

	Immersion	
	dans l'eau renouvelée.	dans l'eau confinée.
	jours	jours
Betterave	148	30
Bouillon blanc	115	49
Poireau gras de Rouen	90	45
Asperge violette de Hollande	75	145
Bourrache officinale	57	28
Anis vert	57	21
Fenouil doux	39	30
Pavot double grand	27	25
Lin	13	12
Blé de Bordeaux	10	17
Avoine noire de Brie	9	11
Millet	9	6
Moutarde blanche	7	5
Mauve officinale	6	10

	Immersion dans l'eau renouvelée.	Immersion dans l'eau confinée.
	jours	jours
Soleil grand simple	110	»
Giroflée	20	»
Ricin sanguin	»	68
Vesce velue du printemps	»	45
Trèfle violet	»	32
Genêt d'Espagne	»	30
Chanvre	»	12
Maïs	»	10
Sarrasin	»	3

» On voit que les graines se comportent très diversement par rapport à l'immersion dans l'eau. Il en est qui résistent à peu près le même temps dans l'eau renouvelée et dans l'eau confinée (Lin, Pavot). D'autres résistent mieux dans l'eau renouvelée (Moutarde, Fenouil, Millet, Anis vert, Betterave, Bouillon blanc, Tomate, Poireau, Bourrache). D'autres enfin résistent plus dans l'eau confinée (Mauve, Blé, Avoine, Asperge).

» J'ai fait aussi quelques expériences sur l'influence d'immersions *peu prolongées* sur le pouvoir germinatif des graines placées les unes dans l'eau courante, les autres dans l'eau confinée. De ces expériences il résulte que l'immersion dans l'eau confinée amène des perturbations graves dans le pouvoir germinatif. Celui-ci est toujours plus faible, ou, tout au plus, égal, dans l'eau confinée que dans l'eau courante. C'est ainsi que le pouvoir germinatif, après une immersion de vingt-quatre heures, s'est montrë :

Pour le	Sarrasin	de 81	dans l'eau courante et de	55	dans l'eau confinée
»	Blé	de 99,6	»	64	»
»	Maïs	de 85	»	84	»
»	Pois	de 98	»	94	»

» Pour une immersion de quarante-huit heures, le pouvoir germinatif s'est montré :

Pour le	Sarrasin	de 70	dans l'eau courante et de	52	dans l'eau confinée
»	Blé	de 100	»	97	»
»	Maïs	de 89	»	80	»
»	Pois	de 97	»	85	»

» Les mêmes expériences montrent que, pour certaines graines, l'immersion dans l'eau confinée ne se borne pas à diminuer le pouvoir germi-

natif; elle retarde en outre la germination. Par exemple, pour le Sarrasin placé dans l'eau courante, le plus grand nombre de semences germent dans les premières vingt-quatre heures de leur séjour au germoir. Au contraire, pour celles placées dans l'eau confinée, le plus grand nombre ne germent que le second jour. »

GÉOLOGIE. — *Contributions à la connaissance des roches éruptives dans les Alpes françaises*. Note de MM. **W. Kilian** et **P. Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

« Le but de cette Note est de signaler quelques faits nouveaux relatifs aux formations éruptives des Alpes françaises et résultant de nos observations récentes. Ces contributions à l'étude des roches alpines peuvent être résumées comme suit :

» I. Existence de *Microdiorites* dans la haute vallée de la Clarée (Chalets du Jadis, etc.).

» Ces roches forment là une série d'affleurements importants qui se relient, par les gisements de Queyrellin, à ceux qu'Élie de Beaumont et Ch. Lory ont successivement décrits sous le nom de *Roche feldspathique* et de *Porphyre dioritique* au col du Chardonnet, et qui ont la même composition (Microdiorites); elles forment des filons-couches nombreux dans les grès houillers du Briançonnais septentrional.

» II. Réapparition d'un Granite du type *Granite du Pelvoux*, sur la rive gauche de la Durance, au Plan-de-Phazy, près Mondauphin (Hautes-Alpes).

» III. Accumulation locale de *galets de Porphyres pétrosiliceux* (*Felsophyres*), dans les conglomérats priaboniens à petites Nummulites de la région d'Allos (Basses-Alpes), indiquant l'existence probable de filons porphyriques sous les dépôts tertiaires du bassin du haut Var.

» IV. Présence de galets de Microgranite et de Porphyre quartzifère, d'un type encore inconnu dans les Alpes françaises, parmi les éléments des conglomérats miocènes marins des environs de Grenoble, où ils sont accompagnés de roches manifestement alpines [Spilites (Mélaphyres). Protogine, Quartzites permiens, etc.].

» V. Découverte, dans les dépôts quaternaires (alluvions anciennes, glaciaire) de diverses localités, d'un certain nombre de roches éruptives ou de variétés non encore signalées *in situ* dans la région (*Orthophyre amphibolique à quartz*, *Mandelstein*, *Diorite orbiculaire*, etc.).

» L'existence de ces roches permettra de préciser, lorsque leurs affleurements seront connus, le parcours qu'ont suivi les courants fluvio-glaciaires dans certaines parties de nos Alpes.

» VI. Les pointements de *roches vertes* (Gabbros altérés et transformés par dynamométamorphisme) du mont Pelvas (Garavas des Italiens) et du Bric-Bouchet, dans le Haut-Queyras, nous ont fourni une série de types intéressants tels que : Schistes à zoïzite, sphène, chlorite, actinote; Schistes à trémolite et séricite, à glaucophane, épidote et albite; roches albilifères à zoïzite, etc.; et, à Villanova, dans la haute vallée du Pellice, une roche à chlorite, actinote, épidote, zoïzite, albite et sphène avec quartz. Tous ces types proviennent de l'altération et de la *transformation* des roches basiques.

» Des filonnets, traversant les Gabbros du Pelvas, contiennent des minéraux bien cristallisés, tels que : albite-oligoclase à 12 pour 100 d'anorthite (commune), épidote grise, zoïzite jaune, zoïzite rose, prehnite, trémolite, etc. »

GÉOLOGIE. — *Sur un tuf quaternaire reconnu à Montigny, près Vernon.* Note de M. **Gustave-F. Dollfus**, présentée par M. Michel Lévy.

« Les explorations pour l'établissement d'une nouvelle édition de la Carte géologique d'Évreux au $\frac{1}{80000}$ m'ont amené à reconnaître la présence d'un dépôt important de tuf à Montigny, près Vernon (Eure).

» Ce tuf est adossé dans sa partie haute, vers l'altitude de 75^m, à la Craie blanche à *Echinocorys vulgaris* et il paraît reposer dans sa partie basse, vers l'altitude de 40^m, sur les graviers diluviens de la vallée de la Seine; les contacts même ne sont pas visibles. Les fossiles qu'il renferme permettent de fixer son âge; une petite carrière récemment ouverte, près d'une nouvelle route montant au plateau, m'a montré des couches farineuses irrégulièrement endurcies, riches en empreintes végétales (noisetier, saule, buis, figuier) et en coquilles de Mollusques bien conservées. Les espèces principales sont *Zonites acieformis* Klein, *Helix Chouqueti* Tourn., *Helix nemoralis* L. var., *Helix obvoluta* Mull., *Helix rotundata* Mull., *Helix lapicida* L., *Hyalina glabra* Studer, *Cyclostoma lutetianum* Bourg., *Clausilia laminata* Mtg., *Carychium tridentatum* Bourg., *Acme Dupuyi* Palad., *Cœcilianella acicula* Mull.; plusieurs espèces indéterminées de *Clausilia*, *Succinea*, *Hyalina*.

» Cette faune est la même que celle trouvée dans le tuf de la Celle, près Moret, et qui a été étudiée avec succès, il y a une vingtaine d'années, par R. Tournouër; plus récemment, M. Munier-Chalmas en a repris l'étude.

» On peut la classer dans le quaternaire supérieur. La majeure partie de ces coquilles ne vivent plus actuellement dans la région environnante, mais sont émigrées au Midi; d'autres sont éteintes; elles dénotent un climat sensiblement plus chaud que le climat actuel, et leurs analogues sont vivantes dans les parties méridionales de la France.

» Le tuf de Montigny paraît dû à une source très abondante, encore existante, qui, dès son apparition, met en mouvement une série de moulins échelonnés sur le flanc du coteau; cette source sort, vers l'altitude de 78^{m}, d'une couche de sables fins, gris et jaunes, appartenant à l'âge des sables de Cuise et situés à la base du calcaire grossier, au contact de l'argile du Soissonnais qui forme un niveau de base imperméable. Au-dessus du calcaire grossier, on trouve successivement en montant : des grès argileux verdâtres appartenant aux sables moyens, un calcaire blanc fossilifère avec argile verdâtre de l'horizon du calcaire de Saint-Ouen, puis le calcaire de Champigny, l'argile verte, le calcaire meulier de Brie; enfin un revêtement irrégulier, sur le plateau, de sables granitiques renfermant des débris de sables de Fontainebleau et de meulière de Beauce.

» La grande faille de Vernon, qui est franchement synclinale, coupe le village de Montigny, mais elle paraît étrangère et bien antérieure au tuf. Toute une série de sources, donnant une eau très calcaire, surgissent entre Bizy et Saint-Pierre-d'Autils, dans les mêmes conditions; elles proviennent de l'infiltration des eaux dans le long plateau anticlinal entre l'Eure et la Seine (anticlinat de Beynes) et se trouvent arrêtées à mi-hauteur par l'horizon des argiles du Soissonnais. Ces eaux se perdent dans la craie après un faible parcours, bien avant d'atteindre la Seine.

» La durée de formation du tuf de Montigny a dû être fort longue, étant donnés son épaisseur et les gros bancs solides qui affleurent le long de la rue des Moulins et qui ont été autrefois exploités; peut-être la faune et la flore peuvent présenter des différences dans cette hauteur; la zone qu'il nous a été possible d'étudier appartient à la partie moyenne.

» L'intérêt du gisement de Montigny, près Vernon, ressort encore de la liaison qu'il apporte entre le gisement de la Celle-sous-Moret, situé en amont, et le gisement de Saint-Pierre-lès-Elbeuf, situé en aval, gisements dont la faune est identique, ce qui permet de généraliser les conditions stratigraphiques et météorologiques dans lesquelles s'est trouvé le bassin

de Paris lors du Pléistocène supérieur, pendant la période qui a précédé immédiatement la nôtre. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'éboulement de Saint-Pierre-de-Livron et les infiltrations des plateaux de tuf*. Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Gaudry.

« Le 29 mars 1897, à 7^h du matin, le plateau de tuf haut de 8^m à 10^m, sur lequel est bâti le village de Saint-Pierre-de-Livron, près Caylus (Tarn-et-Garonne), s'effondrait en partie dans la vallée de la Bonnette, écrasant deux maisons, entraînant un coin du cimetière et menaçant même l'église.

» D'après les renseignements fournis par un observateur sérieux et compétent, M. Mathet, pharmacien à Saint-Antonin, trois causes paraissent avoir déterminé l'accident :

» 1° L'infiltration des eaux sous la masse de tuf, révélée par la découverte d'une petite grotte à stalactites, mise à jour à la suite de l'éboulement;

» 2° L'abondance des pluies de l'hiver 1896-1897;

» 3° L'exploitation imprudente des bancs de tuf de Saint-Pierre, qui n'aurait pas été entourée de toutes les précautions nécessaires.

» Il y a certainement un enseignement géologique très utile à tirer de l'éboulement de Saint-Pierre-de-Livron. La coupe ci-contre, due à M. Mathet, montre comment le plateau de tuf a été formé par les dépôts aériens de la source très calcarifère (1) de Notre-Dame-de-Livron, qui sort du pied du Causse de Livron, en amont de Saint-Pierre (2). Or tout récemment, M. Félix Mazauric a démontré, par l'étude approfondie des grottes très accidentées de la Boudène (Gard) (3), entièrement situées dans le tuf, que la nature poreuse de cette substance peut permettre aux eaux de s'infiltrer entre la base d'un dépôt de tuf et le sommet de son substratum plus compact. J'avais déjà observé le même fait en 1893 à la Perte de l'Argens (Var) (*Les Abîmes*, p. 421). C'est ce qui s'est produit à la Boudène et, sans doute, aussi à Saint-Pierre-de-Livron. Et ces deux localités nous ap-

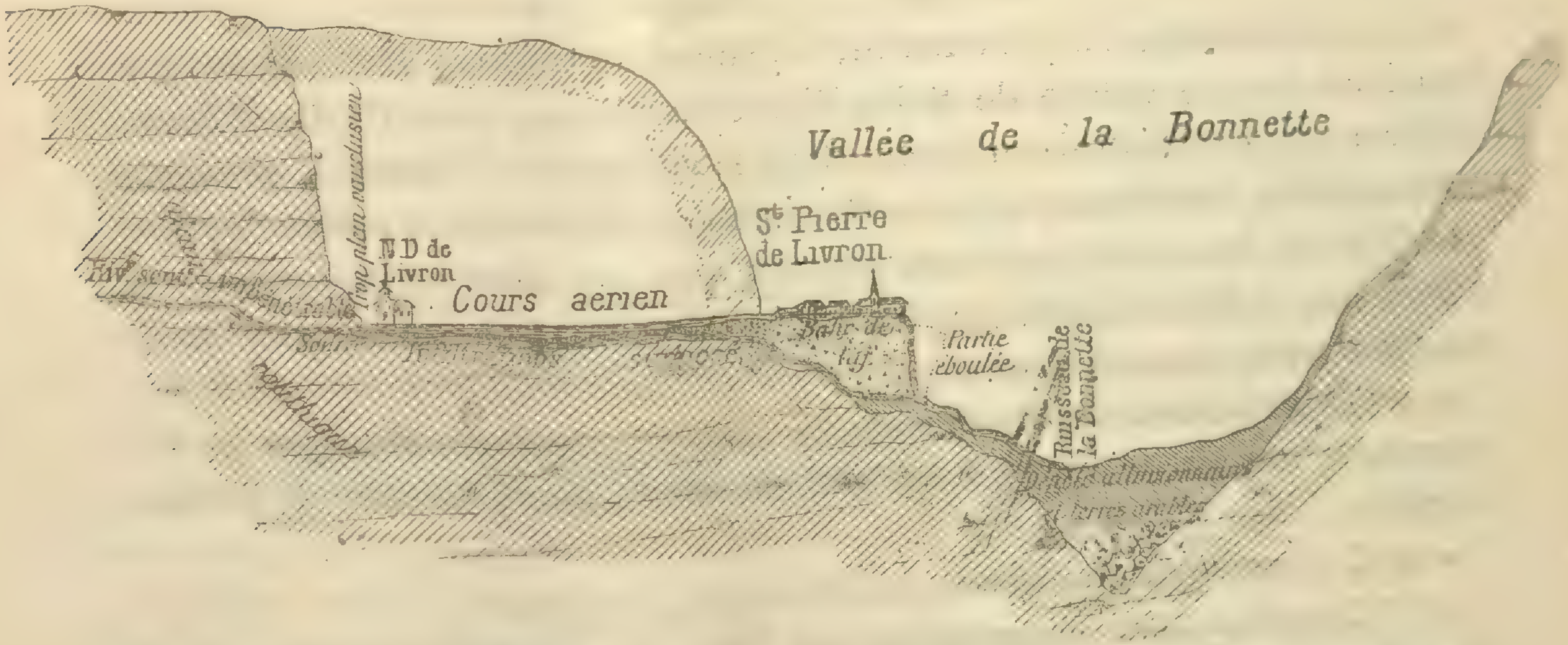
(1) Voir Belgrand, *Sur la formation des tufs* (*Bull. Soc. géolog.* Réunion de Montpellier, p. 331; 1868).

(2) Voir mes *Abîmes*, p. 254.

(3) *Bulletin de la Société de Spéléologie*, n° 3, p. 87; 1895.

prennent que les habitations ou villages, si nombreux, bâtis sur ou sous des falaises de tuf ne sont rien moins qu'à l'abri de quelque cataclysme plus plus ou moins prochain.

COUPE TRANSVERSALE DE LA VALLÉE DE LA BONNETTE
A S^T PIERRE DE LIVRON



» Un des principaux bourgs de l'Aveyron, Salles-la-Source, est pareillement édifié, dans un des plus pittoresques sites de la France, sur trois immenses terrasses de tuf, étagées à l'issue de la rivière souterraine du Tindoul-de-la-Vayssière (¹) : précipitée en cascades dès sa venue au jour, cette rivière, a, depuis des siècles, redéposé sur ces trois gradins le carbonate de chaux qu'elle avait enlevé par dissolution aux parois de son tunnel calcaire pendant son long parcours intérieur; de nombreuses usines utilisent maintenant la force motrice de ses chutes successives. Or il est fort possible qu'une partie de la rivière s'écoule souterrainement sous la masse même des tufs de Salles-la-Source (où il existe déjà de petites grottes) et qu'un jour une catastrophe survienne là comme à Saint-Pierre-de-Livron. Assurément il ne saurait être question de déplacer ni d'abandonner un bourg de cette importance, mais il serait bon que les habitants et industriels de Salles (et des localités situées dans des conditions semblables) prissent note de l'avertissement fourni par Saint-Pierre et s'abstinssent complètement de tous travaux souterrains et de toute exploitation de carrières dans

(¹) Voir *Comptes rendus*, 7 novembre 1892.

les tufs de leur sous-sol. L'attention du Service des mines et carrières devrait être appelée sur ce point, si nouvellement mis en lumière. »

EMBRYOLOGIE. — *Notes embryologiques sur la migration des ganglions spinaux*. Note de M. **A. Cannieu**.

« Après leurs premiers stades de développement bien étudiés par His, Marsahl, Henneguy, Lenhosseck, les ganglions spinaux ont été peu suivis dans leur évolution ultérieure.

» Mes recherches ont porté non seulement sur les Vertébrés supérieurs (Homme, Mammifères et Oiseaux), mais encore sur les Batraciens et les Poissons osseux.

» Il m'a semblé intéressant de rechercher les rapports des ébauches ganglionnaires spinales avec les formations constituant plus tard la colonne vertébrale, c'est-à-dire avec le sclérotome, ainsi qu'avec les segments primordiaux ou myotomes.

» Chez tous les embryons des animaux, plus haut cités, le ganglion descend entre la moelle épinière d'une part et le sclérotome de l'autre (la première en dedans, le second en dehors), et non, comme certains l'ont avancé, entre le sclérotome et le myotome. Chez des embryons assez âgés, en effet, on peut observer que les amas de cellules ganglionnaires sont complètement enfermés dans l'ébauche cartilagineuse de la colonne vertébrale. Ces ganglions occupent successivement des places différentes dans le développement ontogénique des divers groupes. Ils sont d'abord situés au niveau de la portion dorsale de la moelle, puis ils cheminent vers les parties latérales pour sortir enfin chez certains (Homme, Oiseaux) par les trous de conjugaison (1).

» Chez le Poulet, où ce fait a surtout été bien étudié par nous, la partie distale ganglionnaire sort de la colonne vertébrale vers le huitième ou le neuvième jour, et chez la Truite on observe le même fait sur des embryons de $1^{cm},5$.

» D'après cette description, on voit combien remarquable est la migration que subissent les ganglions spinaux. Mais, indépendamment de l'intérêt qui s'attache à une pareille migration et aux rapports de ces organes vis-à-vis des formations embryologiques primitives, les faits dont nous

(1) Ce dernier stade n'a pas été suivi chez les autres espèces et les autres groupes.

venons de parler nous permettent encore d'apporter de nouveaux éléments pour la solution d'une question théorique du plus haut intérêt.

» Entre les ganglions spinaux et cérébraux, il restait, malgré les recherches de His, de Marsahl, de Van Gehuchten et de Kölliker, un dernier point à élucider encore, constituant une différence essentielle entre les uns et les autres : c'est que les premiers sont enfermés dans l'enveloppe osseuse (dans le crâne), tandis que les seconds sont placés plus ou moins à l'extérieur (en dehors de la colonne vertébrale). Mes recherches ont l'avantage de faire disparaître ces différences et de démontrer que, primitivement, chez l'embryon des Poissons osseux, des Batraciens, des Oiseaux, des Carnassiers et de l'Homme, ces ganglions sont complètement enfermés dans l'enveloppe scléreuse de la moelle. Ce n'est que plus tard, *secondairement par conséquent,* dans la suite du développement, que les ganglions spinaux sortent de l'intérieur de la colonne vertébrale.

» Leur situation en dehors de cet organe a, pensons-nous, peu d'importance puisqu'elle relève d'un caractère secondairement acquis. Primitivement (et c'est là un fait capital), les ganglions des nerfs craniens et des nerfs spinaux occupent l'intérieur de l'enveloppe scléreuse. On peut donc établir entre eux des homologies absolument complètes et parfaites, même à ce point de vue. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude des matières albuminoides contenues dans les farines des légumineuses et des céréales.* Note de M. **E. Fleurent**, présentée par M. Schlœsing.

« Dans un précédent travail (') j'ai montré comment l'action de la baryte en vase clos sur les matières albuminoïdes extraites des farines de légumineuses permet de prévoir que ces matières doivent être formées d'un mélange de divers produits, ayant, les uns une constitution chimique qui les classe dans la catégorie de la légumine, les autres une constitution qui, au contraire, les classe dans la famille du gluten. J'ai indiqué, à cette époque, les différences sensibles qui permettent de ranger les unes et les autres de ces substances dans des catégories distinctes.

» Je voudrais montrer aujourd'hui que, en employant les réactifs et les moyens que j'ai étudiés précédemment pour la séparation des principes

(') *Thèse de doctorat,* p. 41 et suiv.

immédiats azotés contenus dans les farines des diverses céréales, on peut, en effet, isoler des graines de légumineuses diverses matières protéiques, différentes par leurs propriétés physiques et chimiques, jouant dans l'industrie de la meunerie et de la boulangerie un rôle qui, jusqu'à présent, n'a pas reçu d'explication.

» C'est sur la plus importante de ces farines de légumineuses, la farine de féverole, que se sont concentrées mes études.

» Les farines de féverole sont très riches en matières azotées : elles en contiennent généralement de 25 à 32 pour 100. Ces matières peuvent être rapidement séparées en deux classes principales : les unes, légumine et albumine végétale, sont, en effet, solubles dans l'eau distillée; les autres, insolubles dans ce véhicule, sont solubles, au contraire, dans l'eau alcalinisée soit par la potasse, soit par la soude caustique.

» Les matières azotées insolubles constituant celles qui, d'après leurs propriétés, doivent être rangées dans la famille du gluten, j'ai voulu m'assurer que, comme je l'ai montré pour les farines des céréales diverses, ce gluten est encore ici formé par ses deux principes immédiats principaux, la gluténine et la gliadine. L'application de la méthode que j'ai exposée dans une précédente Communication (1) m'a montré qu'il en est bien ainsi et j'ai pu isoler de la farine de féverole, notamment, un produit présentant tous les caractères de la gliadine, la gluténine restant mélangée à l'amidon insoluble dans le réactif employé.

» Ces faits étant acquis, j'ai, par un procédé qu'il serait trop long de décrire ici et qui trouvera sa place dans un Mémoire complet sur la question, séparé ces différents produits azotés ainsi classifiés; je les ai pesés, et la composition, examinée à ce point de vue, d'une farine de féverole peut être exprimée de la manière suivante :

Matières azotées totales.		*Composition du gluten* = 11,92.	
Légumine.....	18,92	Gluténine.....	9,52
Albumine végétale.....	0,20	Gliadine.....	2,40
Gluten.....	11,92		
Total.....	31,04		

» Mais on sait que la légumine a toutes les propriétés d'une caséine végétale. Au point de vue qui nous occupe, il faut retenir qu'elle se précipite sous la forme d'une poudre inerte par la neutralisation des liqueurs qui la contiennent en dissolution et que, dans l'emploi que nous allons en faire tout à l'heure, elle se comporte absolument comme je l'ai indiqué pour la gluténine.

» L'albumine végétale, au contraire, ne se coagulant qu'à température élevée, a les mêmes effets que la gliadine dont j'ai signalé les propriétés caractéristiques.

» Si donc, dans le Tableau précédent, on rapproche les uns des autres les produits ayant des propriétés physiques identiques, si l'on rapporte à 100 les chiffres cités, la

(1) *Comptes rendus*, 3 août 1896.

composition des matières azotées de la farine de féverole peut s'exprimer de la manière suivante :

Caséines végétales	Légumine	60,95	91,60
	Gluténine	30,65	
Fibrines végétales	Albumine.....	0,64	8,40
	Gliadine.....	7,76	
	Total.....		100,00

» D'une manière générale, on peut donc dire que la farine de féverole est très riche en matières azotées, ces matières ayant une composition immédiate analogue à celles qu'on peut extraire des céréales autres que le blé, dont le gluten est inextractible par les procédés ordinaires de malaxage sous un courant d'eau.

» Ce qui précède étant établi, je me suis demandé quel rôle peut jouer, en boulangerie, la farine de féverole. On sait, en effet, et c'est là une pratique autorisée, que l'on additionne de 2 à 3 pour 100 de ce produit certaines farines de blé dont il faut corriger les défauts. Cette addition se pratique assez couramment dans le nord de la France.

» Dans un Travail précédent, j'ai montré (1) que la valeur boulangère des farines de bonne qualité est liée directement à la composition immédiate du gluten et que cette valeur est d'autant plus grande que la composition de ce gluten se rapproche plus de celle indiquée ci-dessous :

Gluténine.....	25
Gliadine.....	75

» Or j'ai eu l'occasion de m'assurer, à différentes reprises, que les farines de blé pour lesquelles il est nécessaire de faire intervenir en mélange, pendant le pétrissage, la farine de féverole possèdent, en général, peu de gluten, 7 à 8 pour 100, ce gluten ayant la composition :

Gluténine.....	18 à 22 pour 100
Gliadine.....	78 à 82 pour 100

» De telles farines ne donnent, à la panification, que des pains plats, et, par conséquent, d'une grande compacité.

» J'ai, dès lors, pensé que le rôle joué par la farine de féverole avait pour but, la légumine se précipitant nécessairement dans le milieu acide créé par le pétrissage et la fermentation panaire, de remédier au défaut communiqué aux farines par l'excès de gliadine qu'elles contiennent dans

(1) *Comptes rendus,* 9 novembre 1896 et 3 mai 1897.

ce cas en ramenant le rapport $\frac{\text{gluténine}}{\text{gliadine}}$ aussi près que possible de la valeur la plus favorable, soit $\frac{25}{75}$.

» Un calcul simple montre qu'il en est bien ainsi. Si, en effet, à une farine contenant 7,5 pour 100 de gluten ayant la composition centésimale :

Gluténine	20
Gliadine	80

on ajoute 2 pour 100 de la farine de féverole dont je viens de donner la composition, après cette addition, la farine contiendra 8,10 pour 100 de gluten ayant la composition :

Gluténine	25,30
Gliadine	74,70

» On pourra s'assurer qu'il en est de même si l'on ajoute 3 pour 100 du même produit à une farine de blé dont le gluten contient :

Gluténine	18
Gliadine	82

» Telle est l'explication scientifique du rôle joué par les farines des légumineuses, rôle correctif, passé depuis longtemps dans la pratique sans qu'on en connût la raison. Je puis encore ajouter que la farine de riz, dont j'ai aussi étudié précédemment la composition, employée à la dose de 8 à 12 pour 100, produit des effets identiques. »

VITICULTURE. — *Sur les époques de traitement du black rot dans le sud-est de la France*. Note de M. **Joseph Perraud**, présentée par M. Guignard.

« Dans une Note précédente (1), j'ai fait connaître la marche générale des invasions du black rot dans les vignobles du sud-est de la France. Mon intention, aujourd'hui, est d'indiquer la relation qui existe entre les époques d'application des traitements cupriques et les résultats donnés par ces mêmes traitements.

» C'est à l'ignorance de cette relation qu'il faut attribuer l'habitude prise, ces dernières années, par certains viticulteurs, d'exagérer le nombre des

(1) *Comptes rendus*, 8 novembre 1897.

traitements contre le black rot; il paraît aujourd'hui établi que beaucoup restaient sans effet utile. Les seuls traitements nécessaires sont ceux qui sont appliqués à certaines époques. Les expériences dont je vais résumer les résultats ont eu pour but la détermination de ces époques pour les régions du sud-est et celles à climat analogue. Elles ont été organisées en Beaujolais, dans un foyer intense de black rot, de la manière suivante : des parcelles de vignes recevaient des traitements en nombre variable; ces traitements étaient diversement combinés, c'est-à-dire que certaines parcelles recevaient le même nombre de sulfatages, mais à des époques différentes. La même expérience portait sur deux parcelles.

» Expériences de 1896. — *Époques des invasions :* 26 mai, 10 juin, 22 juin, 5 juillet, 18 juillet, 1er août, 17 août. *Époques des traitements :* 5 mai, 15 mai, 1er juin, 13 juin, 25 juin, 8 juillet, 18 juillet, 30 juillet.

» Le traitement effectué le 15 mai, alors que les bourgeons avaient de $0^m,15$ à $0^m,20$ de longueur, avait complètement préservé la Vigne de la première invasion. Les parcelles ayant reçu les traitements des 5 et 15 mai ne se trouvaient pas mieux protégées, ce qui indiquait l'inutilité du premier traitement, fait au moment où les pousses avaient environ $0^m,05$. Les parcelles ayant reçu seulement le traitement du 5 mai étaient beaucoup moins bien préservées. Les carrés qui n'avaient reçu aucun de ces deux traitements étaient très contaminés.

» Les traitements du 15 mai et du 1er juin ont été nécessaires pour arrêter l'invasion du 10 juin. Le sulfatage du 13 juin a mis les vignes à l'abri de l'attaque du 22 juin, qui a taché quelques feuilles à l'extrémité des rameaux privés de ce dernier traitement. Mais cette opération n'a pas paru utile au point de vue de la préservation définitive de la récolte, puisque le sulfatage du 25 juin a permis de se défendre parfaitement des attaques des 5 et 18 juillet sur les feuilles et les fruits. De même, les traitements supplémentaires des 8 et 30 juillet sont restés sans action sensible, car les parcelles sulfatées seulement le 18 juillet n'ont subi aucun dégât.

» En somme, en 1896, avec quatre sulfatages exécutés successivement le 15 mai, le 1er juin, le 25 juin et le 18 juillet, la récolte a été entièrement sauvée.

» Expériences de 1897. — *Époques des invasions :* 28 mai, 23 juin, 6 juillet, 20 juillet, 4 août. *Époques des traitements :* 1er mai, 12 mai, 20 mai, 2 juin, 26 juin, 3 juillet, 17 juillet, 3 août.

» La première invasion sur les feuilles, du 28 mai, a été arrêtée d'une façon complète par le traitement du 12 mai. Le traitement du 1er mai, ajouté au précédent, est resté sans effet appréciable; appliqué seul, ou combiné avec le traitement du 20 mai, il a été tout à fait insuffisant. Quant aux parcelles traitées seulement à cette dernière date, elles étaient aussi frappées que les Vignes témoins.

» Le sulfatage du 2 juin, ajouté à celui du 12 mai, a empêché l'invasion du 23 juin; le traitement du 20 mai s'est montré inutile. Les carrés ayant été sulfatés ensuite le 26 juin et le 17 juillet ont perdu 2 pour 100 de leur récolte. Une remarque est à faire ici. Le 2 juillet, la grêle est tombée sur la région; or les lésions causées par les grê-

lons sur les feuilles et les fruits rendent la Vigne plus accessible aux maladies cryptogamiques. C'est ce qui explique la perte de 2 pour 100 subie dans les parcelles sulfatées le 17 juillet seulement, soit quinze jours après la grêle. La récolte était indemne dans celles qui avaient reçu un traitement, appliqué exclusivement sur les fruits, le 3 juillet. Le sulfatage du 3 août n'a pas eu d'action.

» En résumé, dans cette seconde année d'expériences, j'ai pu sauver 98 pour 100 de la récolte, malgré la grêle, qui rend la défense plus difficile, avec quatre traitements faits aux époques ci-après : 12 mai, 2 juin, 26 juin, 17 juillet. La préservation a été complète avec un sulfatage supplémentaire sur les raisins, le 3 juillet.

» Sur huit traitements, exécutés en 1896 et 1897, quatre se sont montrés nécessaires et suffisants. Mais les dates d'application de ces sulfatages offriraient peu d'intérêt si elles ne correspondaient à des états de développement de la Vigne, d'une appréciation facile pour le vigneron.

» En effet, lesdits sulfatages ont été faits : le premier, lorsque les rameaux avaient de $0^m,15$ à $0^m,20$ de longueur; le deuxième, au moment où quelques fleurs commençaient à s'ouvrir; le troisième, après la fin de la floraison; le quatrième, alors que les grains avaient atteint les deux tiers de leur volume définitif.

» En rapprochant de ces trois dernières époques les dates de développement du black rot, on voit que certains de ces traitements ont été faits peu avant ou peu après le début de certaines invasions. Mais cette concordance n'était pas nécessaire pour la réussite d'un traitement. Si je crois, comme MM. Couderc et Prunet, qu'un sulfatage, fait immédiatement après une invasion, agit contre l'invasion suivante, ces expériences ont prouvé qu'il n'était pas nécessaire de faire suivre chaque invasion d'un traitement. Le même traitement peut agir contre plusieurs invasions.

» Il est seulement indispensable que du cuivre se trouve sur les organes verts de la Vigne au fur et à mesure de leur croissance et notamment aux périodes critiques qui sont, pour le Sud-Est et le Centre, la quinzaine qui suit la floraison et la deuxième quinzaine de juillet.

» Ce résultat est obtenu, d'une façon satisfaisante, par l'application de traitements aux époques ci-dessus indiquées.

» Ces époques, qui se trouvent ainsi établies expérimentalement, seront plus faciles à saisir, notamment pour les viticulteurs du Sud-Est encore peu familiarisés avec le black rot, que les apparitions successives de la maladie.

» Si, à la suite de circonstances exceptionnelles, une attaque soudaine se déclarait, un traitement supplémentaire serait aussitôt donné. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Un pôle magnétique local en Europe.*

M. **Mascart** a reçu de M. *Venukoff* l'information que M. Leïst, professeur à Moscou, a trouvé à Kotchétovka, village du gouvernement de Koursk (Russie), un pôle magnétique, c'est-à-dire un point où l'aiguille aimantée prend la direction verticale. Il suffit de s'éloigner de ce point à la distance de 20^m pour que la direction de l'aiguille change de 1^o. Pour la déclinaison, le point observé est indifférent, c'est-à-dire que l'aiguille horizontale reste en équilibre dans tous les azimuts.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre survenu le 6 mai 1898.*
Documents communiqués par M. **Lœwy.**

M. le Dr *Frilley* télégraphie de Dôle (Jura) :

« Tremblement de terre, Dôle, $1^h 13^m$. Secousse séismique de bas en haut. »

M. *Jérôme de Duranti la Calade* écrit de Cuiseaux (Saône-et-Loire) :

« J'ai l'honneur de vous informer qu'aujourd'hui 6 mai, à $1^h 15^m$ du soir, nous avons ressenti une secousse de tremblement de terre.

» Elle a duré deux à trois secondes. Son orientation nous a semblé être du sud au nord. »

M. **Jules Morier** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Essais sur les divisibilités de la circonférence ».

M. **Ed. Spalikowski** adresse une Note sur « L'influence du sol et des eaux dans l'étiologie de la goutte en Normandie »

J. B.

La séance est levée à 4 heures un quart.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 mai 1898.

Éléments de Botanique. I. *Botanique générale*. II. *Botanique spéciale*, par Th. Van Tieghem, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle. Paris, Masson et Cie, 1898; 2 vol. in-16. (Offert par l'auteur.)

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré. Tome quatrième. Année 1898. Fascicule n° 1. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-4°.

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président. Tome II. N° 4. Avril 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Avril 1898. N° 4. Paris, 1898; 1 vol. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXII. Mars et avril 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils; 2 fasc. in-8°.

Revue bryologique, Bulletin trimestriel consacré à l'étude des Mousses et des Hépatiques. N° 3. 1898. Caen, E. Lanier, 1898; 1 fasc. in-16. (Présenté par M. Gaudry.)

Monographie des Dréissensides fossiles et vivants, par M. Venukoff. Saint-Pétersbourg, 1897; 1 vol. grand in-8° avec atlas. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht, par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction, avec le concours de M. Jules Richard, Docteur ès Sciences, chargé des travaux zoologiques à bord. Fasc. XII. Monaco, 1898; gr. in-4°. (Offert par le Prince de Monaco.)

Description géographique, géologique, minéralogique, paléontologique, pal-ethnologique et agronomique des départements du Tarn et de Tarn-et-Garonne,

par ALFRED CARAVEN-CACHIN, Lauréat de l'Institut. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les États-Unis sismiques, par F. DE MONTESSUS DE BALLORE. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. V, mars 1888.) Genève, 1898; 1 br. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Journal du Ciel (couronné par l'Académie des Sciences). Juin 1898. Directeur : JOSEPH VINOT. Paris, E. Soudée; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 25 avril 1898.)

Note de M. *V. Thomas*, Action chlorurante du chlorure ferrique dans la série aromatique :

Page 1214, ligne 12, *au lieu de* et correspondant à la formule brute $(C^6H^5.CH^3)^x$, *lisez* et correspondant à la formule brute $(C^6H^5.CH)^x$.

N° 19.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 9 mai 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. Armand Gautier. — Méthode pour reconnaître et doser l'oxyde de carbone en présence des autres gaz carburés de l'air.. 1299

M. P.-P. Dehérain. — Sur les pertes d'ammoniaque qui accompagnent la fabrication du fumier de ferme..... 1305

MM. Aimé Girard et Lindet. — Recherches sur le développement progressif de la grappe de raisin..... 1310

M. Ollier. — Des modifications subies par les lambeaux dermiques dans la greffe autoplastique et des conditions qui favorisent leur accroissement en surface..... 1315

M. S. Arloing. — Sur l'obtention de cultures et d'émulsions homogènes du bacille de la tuberculose humaine en milieu liquide et « Sur une variété mobile de ce bacille »..... 1319

M. Van Tieghem fait hommage à l'Académie des deux Volumes de la troisième édition de ses « Éléments de Botanique »..... 1321

NOMINATIONS.

Commission chargée de juger le concours du grand prix des Sciences mathématiques de 1898 : MM. *Darboux, Picard, Poincaré, Jordan, Hermite*..... 1320

Commission chargée de juger le concours du prix Bordin (Sciences mathématiques) de 1898 : MM. *Poincaré, E. Picard, Maurice Lévy, Appell; Darboux*..... 1322

Commission chargée de juger le concours du prix Damoiseau de 1898 : MM. *Callandreau, Faye, Lœwy, Wolf, Radau*..... 1322

Commission chargée de juger le concours du prix Fourneyron de 1898 : MM. *Sarrau, Maurice Levy, Léauté, Boussinesq, Sebert*..... 1323

Commission chargée de juger le concours du prix Pourat de 1898 : MM. *Bouchard, Marey, d'Arsonval, Chauveau, Guyon*. 1322

Commission chargée de juger le concours du prix Gay de 1898 : MM. *Van Tieghem, Bornet, Guignard, Milne-Edwards, Grandidier*..... 1323

Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques (prix du Budget) pour 1900 : MM. *Poincaré, Darboux, Hermite, Jordan, E. Picard*..... 1323

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences mathématiques) pour 1900 : MM. *Poincaré, Darboux, E. Picard, Appell, J. Bertrand*.. 1323

Commission chargée de présenter une question de prix Gay pour 1900 : MM. *Gaudry, Marcel Bertrand, de Lapparent, Fouqué, Michel Lévy*..... 1323

Commission chargée de présenter une question de prix Pourat pour 1900 : MM. *d'Arsonval, Marey, Chauveau, Bouchard, Duclaux*..... 1323

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H. de Sabrauton soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Théorie et application du système de l'heure décimale »..... 1324

CORRESPONDANCE.

M. H. Deslandres. — Explication simple de plusieurs phénomènes célestes par les rayons cathodiques..... 1303

M. D. Eginitis. — Sur l'agrandissement des disques du Soleil et de la Lune à l'horizon. 1306

M. Paul Painlevé. — Sur la détermination explicite des équations différentielles du second ordre à points critiques fixes. ... 1309

M. E. Goursat. — Sur la théorie générale des caractéristiques des équations aux dérivées partielles..... 1311

M. Alf. Guldberg. — Sur les équations aux différentielles totales..... 1315

M. H. Pellat. — Sur la vaporisation du fer

N° 19.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

à la température ordinaire 1338

M. P. VILLARD. — Sur les rayons cathodiques..... 1339

M. VIRGILIO MACHADO. — Renforcement des rayons X..... 1341

M. ADRIEN GUÉBHARD. — Du rôle de la diffusion dans les bains révélateurs..... 1341

MM. H. LE CHATELIER et BOUDOUARD. — Sur les limites d'inflammabilité de l'oxyde de carbone 1344

M. P. LEBEAU. — Sur un borocarbure de glucinium 1347

M. V. THOMAS. — Sur quelques sels halogénés du plomb..... 1349

M. FR. OSMOND. — Sur la microstructure des alliages de fer et de nickel..... 1350

M. G. MASSOL. — Données thermiques relatives à l'acide éthyl-malonique. Comparaison avec ses isomères, les acides glutarique et méthyl-succinique..... 1354

M. LÉO VIGNON. — Formation du furfurol par la cellulose et ses dérivés oxy et hydro. 1355

M. E.-L. BOUVIER. — Note préliminaire sur la distribution géographique et l'évolution des Péripates..... 1358

MM. E.-L. BOUVIER et H. FISCHER. — Sur l'organisation des Pleurotomaires..... 1361

M. L. MATRUCHOT. — Sur la structure et l'évolution du protoplasma des Mucorinées..... 1363

M. HENRI COUPIN. — Sur la résistance des graines à l'immersion dans l'eau..... 1365

MM. W. KILIAN et P. TERMIER. — Contributions à la connaissance des roches éruptives dans les Alpes françaises 1368

M. GUSTAVE-F. DOLLFUS. — Sur un tuf quaternaire reconnu à Montigny, près Vernon. 1369

M. E.-A. MARTEL. — Sur l'éboulement de Saint-Pierre-de-Livron et les infiltrations des plateaux de tuf..... 1371

M. A. CANNIEU. — Notes embryologiques sur la migration des ganglions spinaux..... 1373

M. E. FLEURENT. — Contribution à l'étude des matières albuminoïdes contenues dans les farines des légumineuses et des céréales..... 1374

M. JOSEPH PERRAUD. — Sur les époques de traitement du black rot dans le sud-est de la France 1377

M. MASCART informe l'Académie de la découverte, faite par M. *Leïst*, d'un pôle magnétique à Kotchétovka (Russie)..... 1380

M. LŒWY communique à l'Académie des renseignements, adressés par MM. *Frilley* et *Jérôme de Duranti la Calade*, sur un tremblement de terre survenu le 6 mai 1898. 1380

M. JULES MORIER adresse un Mémoire ayant pour titre : « Essais sur les divisibilités de la circonférence » 1380

M. ED. SPALIKOWSKI adresse une Note sur « L'influence du sol et des eaux dans l'étiologie de la goutte en Normandie ».. 1380

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE..... 1381

ERRATA..... 1384

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,

Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gerant : GAUTHIER-VILLARS

1898

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

HEBDOMADAIRES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 20 (16 Mai 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* et sur l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MAI 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Soullart*, Correspondant pour la Section d'Astronomie.

M. le **Président** rappelle les importants travaux de M. Souillart sur les satellites de Jupiter et se fait l'interprète des regrets que cause à l'Académie la mort de ce savant modeste et laborieux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'impossibilité de certaines séries de groupes de points sur une surface algébrique.* Note de M. **Émile Picard.**

« On peut trouver, comme on sait, sur une courbe algébrique une série de groupes de n points dépendant de n paramètres, et correspondant uni-

formément à des fonctions abéliennes (non dégénérescentes) de n variables $u_1, u_2, \ldots, u_n$, c'est-à-dire de telle manière qu'à un système de valeurs des u ne corresponde en général qu'un groupe et que, inversement, à un groupe arbitraire de la série ne corresponde qu'un seul système de valeurs des u, abstraction faite des périodes. Le nombre n, comme il est classique, est égal au genre p de la courbe.

» Une question analogue peut être posée pour les surfaces algébriques. *Est-il possible de trouver sur certaines surfaces algébriques des séries de groupes de n points,* dépendant de $2n$ paramètres, et correspondant uniformément à des fonctions abéliennes (non dégénérescentes) de $2n$ variables $u_1, u_2, \ldots, u_{2n}$, c'est-à-dire de telle manière qu'à un système de valeurs des u ne corresponde en général qu'un seul groupe, et que, inversement, à un groupe arbitraire de la série ne corresponde qu'un seul système des u, aux périodes près? Cette circonstance peut se présenter pour $n = 1$, et l'on a alors des surfaces hyperelliptiques. Il paraissait vraisemblable que, pour d'autres valeurs de n, on aurait des classes de surfaces algébriques jouissant de la propriété indiquée. *En réalité, il n'en existe pas;* c'est ce que je me propose de montrer dans cette Note.

» Considérons donc la surface

$$f(x, y, z) = 0 \qquad \text{(de degré } m\text{)},$$

et, en supposant $n > 1$, soient $(x_1, y_1, z_1), \ldots, (x_n, y_n, z_n)$ les coordonnées de n points arbitraires de cette surface. En désignant par $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{2n+1}$ des fonctions rationnelles arbitraires symétriques des x, y, z en nombre $2n + 1$, on aura une hypersurface

$$F(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{2n+1}) = 0,$$

dans l'espace à $2n + 1$ dimensions, et cette hypersurface correspondra uniformément au groupe des n points. D'après les hypothèses faites, les coordonnées d'un point arbitraire de la surface F s'exprimeront uniformément par des fonctions abéliennes de $2n$ variables $u_1, u_2, \ldots, u_{2n}$, et l'on en déduit facilement que le genre géométrique de F est égal à *un*. De plus, la surface F aura $2n$ intégrales de différentielles totales de première espèce, dont l'inversion donnera les ξ et par conséquent le groupe des n points (x, y, z) en fonctions abéliennes des u. Il en résulte que la surface initiale f possédera $2n$ intégrales de différentielles totales de première

espèce linéairement indépendantes

$$(1) \qquad \int P_i\,dx + Q_i\,dy \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2n),$$

les P et Q étant rationnelles en x, y, z; et le groupe des n points sera donné par les $2n$ équations

$$(2) \quad \sum_{h=1}^{h=n} P_i(x_h, y_h, z_h)\,dx_h + Q_i(x_h, y_h, z_h)\,dy_h = du_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2n).$$

» Ceci posé, montrons que la surface f ne peut être d'un genre géométrique supérieur à l'unité. Soit, en effet,

$$(\alpha) \qquad \int\int \frac{S(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z}$$

une intégrale double de première espèce de f. Formons l'intégrale multiple d'ordre $2n$

$$(3) \qquad \int\int \ldots \int \frac{S_1 S_2 \ldots S_n}{f'_{z_1} f'_{z_2} \ldots f'_{z_n}}\,dx_1\,dy_1 \ldots dx_n\,dy_n,$$

où S_i et f'_{z_i} désignent respectivement $S(x_i, y_i, z_i)$ et $f'_{z_i}(x_i, y_i, z_i)$. On peut écrire

$$dx_1\,dy_1 \ldots dx_n\,dy_n = \frac{d\xi_1\,d\xi_2 \ldots d\xi_{2n}}{\dfrac{D(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{2n})}{D(x_1, y_1, \ldots, x_n, y_n)}},$$

et le déterminant fonctionnel qui figure au dénominateur est une fonction symétrique de $(x_1, y_1, z_1) \ldots (x_n, y_n, z_n)$. Remarquons d'ailleurs, en passant, que pareille circonstance ne se présenterait pas dans le cas d'une courbe, et d'une manière plus générale dans le cas d'une fonction algébrique d'un nombre impair de variables indépendantes.

» Il résulte de là que l'intégrale (3) est de la forme

$$\int\int \ldots \int \Theta\,d\xi_1\,d\xi_2 \ldots d\xi_{2n},$$

où Θ est une fonction rationnelle symétrique de $(x_1, y_1, z_1) \ldots (x_n, y_n, z_n)$. Elle est donc une intégrale multiple d'ordre $2n$ de première espèce pour la surface F. Si f est de genre supérieur à *un*, il est clair alors que l'on pourra former pour l'hypersurface F plus d'une intégrale multiple d'ordre $2n$ de première espèce.

» Le genre géométrique de f est donc au plus égal à *un*; mais, d'autre part, il ne peut être égal à *zéro*. On a, en effet, l'identité relative à toute surface possédant deux intégrales de différentielles totales de première espèce

$$P_i Q_k - P_k Q_i = \frac{M(x, y, z)}{f'_z},$$

où M est un polynome adjoint d'ordre $m - 4$. Si le genre de f était nul, on aurait

$$P_i Q_k - P_k Q_i = 0;$$

par suite, les $2n$ intégrales (1) seraient fonctions les unes des autres, et les $2n$ équations (2) ne pourraient être distinctes.

» En désignant donc, comme plus haut, par (α) l'intégrale double de première espèce relative à la surface f de genre *un*, nous aurons les identités

$$P_i Q_k - P_k Q_i = A_{ik} \frac{S(x, y, z)}{f'_z},$$

les A_{ik} étant des constantes qui ne sont pas toutes nulles.

» Considérons trois intégrales linéairement indépendantes parmi les intégrales (1) correspondant à $i = 1, 2, 3$. Nous pouvons, par exemple, supposer que

$$P_1 Q_2 - P_2 Q_1 = C \frac{S(x, y, z)}{f'_z},$$

C étant une constante différente de zéro, et soient

$$P_2 Q_3 - P_3 Q_2 = A \frac{S}{f'_z}, \qquad P_3 Q_1 - P_1 Q_3 = B \frac{S}{f'_z},$$

A et B étant deux constantes qui peuvent être nulles. De ces identités on conclut

$$AP_1 + BP_2 + CP_3 = 0,$$
$$AQ_1 + BQ_2 + CQ_3 = 0,$$

et ces relations sont inadmissibles, puisque les trois intégrales de différentielles totales considérées sont linéairement indépendantes. Nous arrivons donc à une contradiction, et le théorème énoncé est établi. *En dehors des surfaces hyperelliptiques, le problème classique de l'inversion ne peut s'étendre à des équations de la forme* (2). »

CHIMIE. — *Sur quelques causes d'incertitude dans le dosage précis de l'acide carbonique et de l'eau dilués dans de grands volumes d'air ou de gaz inertes;* par M. **Armand Gautier** (1).

« Lorsqu'au cours de mes recherches sur les gaz carbonés de l'atmosphère j'ai voulu priver l'air de sa vapeur d'eau et de l'acide carbonique préexistant pour doser ensuite les très petites quantités de ces mêmes corps pouvant se former au contact de l'anhydride iodique ou de l'oxyde de cuivre porté au rouge, j'ai été surpris de ne pas obtenir de résultats satisfaisants.

» L'air préalablement décarboniqué sur une longue colonne de perles de verre baignées de lessive de potasse, puis séché sur l'acide sulfurique bouilli, imprimait à de nouveaux tubes à chaux sodée et à acide sulfurique, placés à la suite comme témoins, des variations de poids tantôt positives, tantôt nulles, dès que les volumes de gaz circulants étaient un peu notables (50 litres à 100 litres).

» Ces observations ont été l'origine du présent travail.

» *Absorption et dosage de l'acide carbonique très dilué.* — L'absorption de l'acide carbonique par les alcalis caustiques est-elle complète? L'air, l'azote ou l'oxygène peuvent-ils être entièrement privés d'acide carbonique si celui-ci est dilué en cent mille fois, un million de fois, son volume de gaz inertes? C'est une question que les fondateurs de l'Analyse chimique s'étaient déjà posée et qu'ils avaient généralement résolue par la négative. J. Boussingault, dans son *Mémoire sur la possibilité de constater l'existence des miasmes et la présence d'un principe hydrogéné dans l'air* (2), écrivait :

» A première vue il paraît très facile de résoudre cette question (l'existence d'hydrocarbures dans l'air). On conçoit que, pour s'assurer de la présence d'hydrogène carboné, il suffirait de doser l'acide carbonique qui doit se former pendant la combustion de ce gaz. Eh bien! *la détermination d'une très petite quantité d'acide carbonique disséminée dans une grande masse d'air sec m'a présenté des difficultés qu'il n'a pas été encore en mon pouvoir de lever complètement.*

» Dumas et Stas dans leur célèbre Mémoire *Sur le véritable poids*

---

(1) L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. LXVII, p. 172; 1834.

atomique du carbone (1), ayant remarqué que, pour arrêter tout l'acide carbonique circulant dans une grande masse d'air ou d'oxygène, il ne suffit pas de bien laver ces gaz dans un condenseur de Liebig à lessive de potasse concentrée, le faisaient passer en outre dans plusieurs tubes en U, de 30 à 40 centimètres de long, pleins de pierre ponce humectée de la même liqueur, et ils observent :

» L'acide carbonique échappé au condenseur rempli de potasse liquide s'arrête presque entièrement dans le premier tube en U; *le second ne gagne que quelques milligrammes.*

» Si donc le passage du gaz à travers un grand tube de Liebig, puis un tube à ponce potassique de 40 centimètres de long est insuffisant, et si plusieurs milligrammes d'acide carbonique vont encore se condenser dans le troisième tube, on peut se demander si les décimilligrammes n'échappent point lorsque l'acide carbonique arrive à cet état de dilution extrême.

» Ce problème, en apparence indifférent pour les cas ordinaires, devient fort important s'il s'agit d'analyses très précises, telles que celles de l'air et de ses variations avec les lieux, les époques de l'année, l'état de l'atmosphère, etc.; les recherches de traces d'acide carbonique comme constat du début de certaines réactions; le dosage des petites quantités de ce gaz dérivant de la combustion des minimes proportions d'oxyde de carbone ou d'hydrocarbures pouvant être contenus dans l'air, etc.

» Voici mes observations à ce sujet. Si l'on fait circuler de l'air à travers un barboteur à potasse concentrée suivi de longs tubes à perles de verre mouillées de la même lessive, et qu'après avoir ainsi lavé l'appareil de son acide carbonique, on interpose, sur le trajet du gaz, un tube à eau de baryte demi-saturée et parfaitement limpide, après le passage de 4 litres à 6 litres d'air lavé à la potasse, l'eau de baryte louchit sensiblement et le trouble augmente peu à peu. Cette observation montre que l'eau de baryte est un excellent réactif pour reconnaître des traces d'acide carbonique diluées dans un grand volume de gaz inerte.

» Quelles sont les limites autour desquelles peuvent osciller les quantités d'acide carbonique qui échappent ainsi à la potasse? Pour le savoir, j'ai fait circuler lentement de l'air filtré sur laine de verre, d'abord dans un liebig à lessive de potasse ($d = 1,3$), puis dans un tube de $0^m,80$ de long et de $0^m,03$ de large, légèrement incliné, plein de perles de verre

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. I; p. 5. Voir particulièrement p. 18.

mouillées de la même liqueur. Les gaz passaient alors dans un petit tube bourré, sur une longueur de $0^{m},30$, de laine de verre destinée à arrêter toute poussière de liquide qui aurait pu être entraînée; enfin il traversait un dernier liebig à potasse. Quand l'appareil était rempli d'air ainsi bien lavé dans l'alcali, on interposait, entre le tube à laine de verre et le dernier tube à potasse, un barboteur à cinq boules remplies, avec toutes les précautions voulues, d'eau de baryte titrée (environ $3^{gr},50$ par litre) parfaitement limpide. Ce barboteur contenait exactement 20^{cc} d'eau de baryte. Lorsqu'on eut fait circuler 4 litres d'air, la première boule avait déjà manifestement perdu de sa limpidité. Le trouble augmenta peu à peu sans aller au delà de la quatrième boule. Après avoir ainsi fait circuler en quarante-huit heures 90 litres d'air, on dosa l'alcalinité résiduelle de l'eau de baryte(1); on trouva ainsi que l'acide carbonique retenu par la baryte répondait, pour 90 litres d'air, à $0^{cc},87$ de HCl titré, correspondant à $0^{gr},0021$ de CO^2, c'est-à-dire à $0^{cc},972$ calculés à 0^{o} et 760^{mm} (2). Ainsi, après un lavage soigné à la potasse, chaque litre d'air contenait encore $0^{mgr},023$ d'acide carbonique; la potasse avait laissé échapper $0^{cc},0108$ d'acide carbonique par litre, soit un volume égal aux 11 millionièmes environ de l'air circulant.

» Telles sont les proportions qui peuvent échapper quand on ne prend pas des précautions tout à fait minutieuses. Mais, même à ces dilutions dans l'air, la potasse peut encore agir sur l'acide carbonique; quant à l'eau de baryte, elle peut facilement manifester des quantités relatives au moins vingt fois plus petites. En exagérant les précautions, employant un barboteur spécial à serpentin de $0^{m},90$ de développement, et deux tubes à perles de verre tassées, noyées dans la potasse caustique sur une longueur de $1^{m},60$,

---

(1) On doit opérer ce dosage dans le barboteur même entièrement rempli d'air lavé à la potasse. L'eau de baryte doit avoir été titrée avec un acide chlorhydrique étendu de façon que 1 volume de celui-ci sature exactement 1 volume de l'eau de baryte employée. Les deux liqueurs sont mesurées successivement dans la même pipette. Elle porte trois traits au *zéro*, à 19^{cc} et 20^{cc}. Au moyen d'un caoutchouc, on arme l'extrémité de la pipette d'un petit tube de verre assez effilé et l'on compte le nombre de gouttes de HCl titré qui coulent du trait 19 au trait 20 placés sur la partie étroite de la pipette (dans notre cas, 35 gouttes par centimètre cube). Pour le dosage du CO^2, quand la baryte titrée a été traversée par l'air, on ajoute rapidement dans le barboteur qu'on agite, et au moyen de la pipette, 19^{cc} de HCl titré, puis l'on parfait le titrage, en présence d'une trace de phtaléine, en comptant les gouttes employées; elles donnent la fraction qui complète la neutralisation du dernier centimètre cube. On détermine ainsi le titre sans erreur sensible de volumes, à environ $\frac{1}{30}$ de centimètre cube près.

(2) On s'assura que ce léger précipité était bien formé de carbonate de baryte.

j'ai recueilli, dans un barboteur à eau de baryte à cinq boules placé à la suite, la faible quantité de $0^{cc},103$ d'acide carbonique par 100 litres d'air. Seules, la première de ces cinq boules à eau de baryte et la seconde, d'une façon douteuse, avaient louchi, dans ce second cas, démontrant ainsi que ce réactif arrête presque instantanément les moindres traces d'acide carbonique. Ces $0^{cc},103$ de CO^2 en 100 litres d'air représentent 103 volumes pour 100 millions, soit environ un millionième du volume de l'air circulant (1). Il est évident, puisque de si faibles proportions louchissent l'eau de baryte des deux premières boules et qu'elle reste tout à fait claire dans les autres, que la réaction est presque instantanée, et que la limite où ce réactif manifeste et arrête l'acide carbonique est encore loin d'être atteinte, même à ce degré de dilution extrême.

» Il suit de ces observations que, lorsqu'on voudra déterminer des quantités d'acide carbonique avec une approximation de un volume sur cent mille ou un million de volumes des gaz circulants, on devra employer le dispositif suivant : un premier tube à potasse caustique (liebig ou autre) qui absorbera la majeure partie de cet acide; un second tube de 12 à 15 cent. de long, rempli de cristaux d'hydrate de baryte très légèrement humecté d'eau, qui arrêtera les dernières traces de gaz carbonique. Je me suis assuré, en effet, qu'il suffit de ce simple dispositif pour enlever jusqu'aux moindres proportions d'acide carbonique, car un tube à cinq boules, muni d'eau de baryte, à 7^{gr} par litre, placé à la suite, n'a pas donné le

---

(1) Je me suis demandé si ces traces d'acide carbonique qui semblent échapper à la potasse pourraient provenir non de ce que celle-ci n'absorbe pas tout l'acide carbonique sous ces grandes dilutions, mais de ce que l'air circulant, en agissant sur le caoutchouc qui lie les pièces de l'appareil, donnerait en s'oxydant un peu d'acide carbonique, ou encore de ce que ce dernier gaz proviendrait de l'air du dehors par diffusion à travers le caoutchouc lui-même, ainsi que Peyron l'avait dit autrefois (voir *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. III; p. 292). Pour m'en rendre compte, j'ai fait circuler durant quarante-huit heures à 14° près de 100 litres d'air, préalablement lavé à la potasse et à la baryte, dans un long tube de caoutchouc désulfuré aux alcalis, de 3^{mm} d'épaisseur, préalablement lavé à HCl, à l'eau et enfin séché à 100 dans l'air bien sec. (C'est celui dont je me sers toujours dans ces expériences.) Ces 100^{lit} d'air décarboniqué parcourant en deux jours et demi ce caoutchouc de $4^{m},50$ de long, n'ont donné, en barbotant à leur sortie dans un autre tube à eau de baryte, qu'un nuage à peine visible et tout à fait indosable. De bons caoutchoucs épais, reliant même en nombre les pièces d'un appareil où circule de l'air ou de l'oxygène, ne laissent donc pas passer d'acide carbonique par diffusion, ou n'en donnent qu'une trace absolument indosable en 100 litres en s'oxydant.

plus faible louche, même après le passage de 80 litres d'air ainsi décarboniqué.

» On remarquera que les quantités d'acide carbonique qui échappent à la potasse et que fixe ainsi la baryte sont précisément de l'ordre de grandeur des volumes d'oxyde de carbone ou d'hydrocarbures que l'on peut avoir à doser dans l'air après leur oxydation par I^2O^5 ou CuO porté au rouge.

» *Dosage de l'eau.* — Depuis J. Boussingault, les chimistes ont l'habitude de dessécher les gaz sur la ponce ou l'amiante imprégnées d'acide sulfurique (1). C'est ainsi qu'ont opéré Dumas et Boussingault dans leur beau travail *Sur la véritable constitution de l'air*. Ils faisaient arriver sur le cuivre porté au rouge, destiné à enlever l'oxygène, l'air préalablement desséché sur l'acide sulfurique bouilli (2). Ainsi faisait aussi Brunner (3). C'est encore par l'acide sulfurique que Boussingault dessécha son air dans ses *Recherches sur la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air de Paris et de la campagne* (4). C'est enfin par le même moyen que Dumas et Stas séchèrent leur oxygène dans leur célèbre travail *Sur le véritable poids atomique du carbone* (5).

» On sait aujourd'hui qu'une trace d'humidité reste dans les gaz ayant circulé sur l'acide sulfurique. Mais, d'après les uns, cette trace serait très sensible; d'après d'autres (A. Favre) elle serait inappréciable, même en opérant sur 40^{lit} d'air, pourvu que le contact et le temps soient suffisants (6).

» J'ai voulu me renseigner sur ce point fort important pour mes recherches. L'air privé d'acide carbonique passait lentement (1 litre environ à l'heure) dans un barboteur à SO^4H^2, puis dans un tube en U garni sur 30^{cm} de long de ponce sulfurique préalablement privée de chlorures (7) et, de là, dans un tube à perles de verre imprégnées de SO^4H^2 récemment bouilli, de 20^{cm} de hauteur. Un tube à anhydride phosphorique, préalablement chauffé dans l'air sec à 250°, était placé à la suite, mais séparé du précédent par un tube étroit plein de laine de verre pour arrêter toute poussière liquide. On fit passer 80 litres d'air à 14°-16°. Le tube à P^2O^5 gagna $0^{mgr},3$, soit $0^{mgr},375$ par 100^{lit} d'air. Nous verrons tout à

(1) Voir *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. I; p. 16.
(2) *Ibid.*, t. III, p. 264.
(3) *Ibid.*, t. III, p. 310.
(4) *Ibid.*, t. X, p. 457, Note et p. 470.
(5) *Ibid.*, t. I, p. 17.
(6) *Ibid.*, t. XII, p. 224.
(7) Quatre fois portée au rouge en présence de SO^4H^2 et lavée chaque fois.

l'heure que ce chiffre doit subir une légère correction ; en réalité, $0^{mgr},353$ d'eau seulement étaient restés en 100 litres d'air ; ils avaient passé, à 15°, à travers une série de tubes d'une longueur totale de $1^{m},20$ garnis d'acide sulfurique concentré. Ce chiffre minime montre qu'il n'y a rien à changer aux conclusions de fait résultant des recherches fondamentales des auteurs que nous venons de rappeler.

» Dans les expériences de grande précision, c'est l'anhydride phosphorique préalablement chauffé vers 250° à 300° jusqu'à constance de poids dans un courant d'air bien sec qu'il convient d'employer pour dessécher les gaz. Mais ce n'est point là encore la difficulté principale qui m'a préoccupé. C'est bien plutôt la suivante :

» Quand de grands volumes de gaz, tels que l'air, ont barboté à travers une série de tubes à ponce, asbeste, perles de verre, etc., chargées d'acide sulfurique concentré, ces gaz n'emportent-ils pas avec eux, outre la très petite quantité d'eau qui échappe, une certaine proportion d'acide sulfurique en vapeur (1) ? L'acide sulfurique concentré aurait-il, à la température ordinaire, une tension de vapeur entièrement nulle? Et au cas où il n'en serait pas ainsi, la quantité d'acide entraîné avec l'air circulant peut-elle fausser les résultats ? Par exemple, dans les recherches de Dumas et Stas sur le poids atomique du carbone, cette vapeur d'acide sulfurique entraînée, si elle existe, a été comptée comme acide carbonique. De même, dans les expériences de Boussingault sur le dosage de l'acide carbonique de l'air, la vapeur d'acide sulfurique emportée par l'air circulant peut-elle avoir contribué à élever le taux apparent de l'acide carbonique de l'air? Lorsqu'il s'agit de doser les petites proportions de cet acide correspondant aux traces d'oxyde de carbone ou d'hydrocarbures existant dans l'air, cette indétermination devient plus grave encore.

» Désireux de lever cette difficulté, j'ai fait circuler lentement de l'air à travers une longue série de tubes à acide sulfurique concentré (près de $1^{m},60$ de barboteurs et de perles de verre imprégnées de SO^4H^2 bouilli). Cet air avait passé, au préalable, dans un tube porté au rouge, puis sur la lessive de potasse et l'hydrate de baryte. Après barbotement à travers l'acide sulfurique bouilli, il parcourait un tube plein de coton de verre sur une longueur de 20 centimètres, et arrivait enfin dans un liebig à eau de baryte parfaitement claire. Après le passage de 192 litres d'air à 13°, cette eau de baryte ne s'était pas sensiblement troublée. Toutefois,

(1) Voir C. Marignac, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXXIX, p. 192.

pour y rechercher les traces possibles d'acide sulfurique, j'ai acidulé la liqueur de HCl pur, évaporé à sec au bain-marie, et repris par l'eau chaude acidulée. Il est resté une petite quantité de sulfate de baryte, s'élevant, toutes corrections faites, à $0^{mgr},10$ pour 192 litres d'air (1), ce qui répond à $0^{mgr},00052$ de $BaSO^4$ ou à $0^{mgr},00022$ de SO^4H^2 par litre d'air (2).

» Ces $0^{mgr},022$ de vapeur d'acide sulfurique existaient donc au maximum en 100 litres d'air (3). Ils ont pu être comptés comme acide carbonique dans les célèbres expériences ci-dessus rappelées. Mais de telles doses sont, dans ces cas, absolument insignifiantes.

» De l'observation qui précède il résulte une autre conséquence assez imprévue. 1 litre d'air saturé de vapeur d'acide sulfurique, à 13°, autant qu'il a été possible de le faire, contient $0^{mgr},00022$ de ce corps. La densité de vapeur de SO^4H^2 à 13° et à la pression normale étant de 3,40 environ (4), 1 litre de cette vapeur pèserait $4^{gr},38$. Or $0^{mgr},00022$ de vapeur d'acide SO^4H^2 existant en 1 litre à 13° représentent, à la pression ordinaire, $0^{cc},000050$, soit $\frac{1}{20\,000\,000}$ de litre. Il s'ensuit qu'à la température de 13° à 14°, la tension de vapeur, dans l'air, de l'acide sulfurique bouilli n'arrive pas à dépasser, dans ces conditions, $\frac{1}{20\,000\,000}$ (un vingt-millionième) d'atmosphère. Une si faible tension ne peut s'expliquer, je crois, que par une polymérisation très élevée à froid de la molécule SO^4H^2.

» Pratiquement, on peut donc, pour dessécher les gaz inertes, les faire, sans aucun inconvénient, barboter dans l'acide sulfurique sans s'exposer à entraîner une quantité appréciable de ce corps ; mais il est bon de se rappeler que cet acide peut, à froid, dissoudre les gaz circulants ; par exemple, il se charge de son volume d'acide carbonique (Th. Schlœsing fils). Il faut donc lui substituer, lorsqu'on le peut, l'anhydride phosphorique, préalablement chauffé dans l'air sec jusqu'à invariation de poids, s'il s'agit de dessiccations bien complètes et d'analyses gazeuses très précises. »

---

(1) Chiffre un peu approximatif, puisque la variation de poids du petit creuset avec ses cendres s'élevait à $0^{mgr},2$ avec une erreur possible de $\frac{1}{2}$ décimilligramme. Mais on peut affirmer que le sulfate recueilli pesait moins de $0^{mgr},2$.

(2) On s'est assuré directement que l'eau de baryte employée ne contenait pas trace de sulfate. On s'est aussi rendu compte par I^2O^5 que le SO^4H^2 recueilli n'était pas dû à de l'acide sulfureux entraîné : il n'y avait pas d'iode mis en liberté.

(3) D'après Merget, 100 litres d'air saturés de vapeur de mercure à 20° en contiennent 7 milligrammes.

(4) D'après la formule $P = 28,88d$, où P représente le poids atomique ($=98$), et d la densité cherchée par rapport à l'air.

PHYSIQUE. — *Sur un actinomètre absolu* (¹). Note de M. **A. Crova.**

« Un actinomètre absolu doit donner, au moyen de dispositifs très précis, la valeur absolue de l'intensité calorifique de la radiation solaire au moment de l'observation ; il doit servir à étalonner les actinomètres, qui donnent seulement des valeurs relatives, et les actinographes qui les interpolent; ces derniers instruments doivent être très sensibles, mais aussi simplifiés que possible et très transportables, les observations devant être faites autant que possible loin des lieux habités, et à de grandes altitudes.

» Les actinomètres absolus sont exposés à des causes d'erreur provenant de la difficulté de déterminer rigoureusement la valeur en eau du corps actinométrique (calorimètre contenant un liquide et un thermomètre, ou simplement un réservoir thermométrique) ; la chaleur incidente sur la face noircie doit traverser des parties solides et liquides qui lui font subir un retard et une perte d'intensité difficiles à évaluer en raison de la différence inconnue des températures de la surface insolée et de la moyenne du corps actinométrique.

» J'ai dit depuis longtemps (²) qu'une détermination actinométrique est une opération calorimétrique complète qui doit être faite pendant un temps aussi court que possible, à cause des fluctuations incessantes de la radiation solaire que j'ai démontrées et enregistrées au moyen de mon actinographe ; si sa durée est considérable, le résultat obtenu se rapporte à celui de la quadrature de la courbe des variations pendant la durée de l'observation.

» Si l'on connaissait exactement la valeur en eau du disque de mon actinographe thermo-électrique (³), et si l'on pouvait déterminer rigoureusement son coefficient de déperdition de température, on réaliserait un actinomètre absolu dont la précision pourrait être aussi grande qu'on le voudrait; cette idée a servi de point de départ à la réalisation de l'actinomètre que je vais décrire. Depuis quelque temps déjà, M. Knut-Ang-

---

(¹) Ce travail a été fait à l'Institut de Physique avec l'assistance de M. Compan à qui je présente tous mes remercîments.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XI, p. 443.

(³) *Comptes rendus*, t. CI, p. 418; 1885.

ström (1) a employé dans son actinomètre un disque de cuivre muni d'un élément thermo-électrique. M. Chwolson (2) a construit un instrument du même genre, basé sur le même principe; leur disposition et leur mode d'observation diffèrent des méthodes précédemment employées.

» Soit, dans mon actinomètre, un disque très bon conducteur de la chaleur, d'épaisseur rigoureusement uniforme et connue, et de diamètre indéfini, noirci antérieurement, poli sur sa face opposée, exposé normalement à la radiation solaire; soient a le pouvoir absorbant de sa face noire, q l'intensité calorifique incidente, m et m' les coefficients de conductibilité extérieure de la face noircie et de la face polie, et θ son excès thermométrique au temps t sur une enceinte à température constante dans laquelle il est placé, à l'abri des mouvements de l'air ambiant.

» Les surfaces isothermes sont des plans parallèles aux deux faces du disque, et les lignes de propagation du flux calorifique, des normales.

» Soit c la valeur en eau de 1^{cq} de la surface du disque, c'est-à-dire le produit de sa chaleur spécifique rapportée à l'unité de volume par son épaisseur en centimètres à t^o; les formules connues du refroidissement donnent, pour de très faibles excès thermo-électriques θ, et pour une lame très conductrice :

$$c\,\partial t = aq\,\partial t - (m+m')\theta\,\partial t = [aq - (m+m')\theta]\,\partial t,$$

dont l'intégrale entre ($t = 0$, $\theta = \theta_0$) et (t et θ) est

$$\theta = \theta_0 e^{-\alpha t} + \frac{aq}{\alpha c}(1 - e^{-\alpha t}),$$

en désignant par $\alpha = \frac{m+m'}{c}$ le coefficient de déperdition thermométrique qui est constant pour de très faibles valeurs de θ; on en déduit

$$q = \frac{\alpha c}{a}\,\frac{\theta - \theta_0 e^{-\alpha t}}{1 - e^{-\alpha t}},$$

dans laquelle tout est connu dans le second membre, excepté α qu'on détermine en observant les valeurs de θ à l'ombre de trente en trente secondes; pour $q = 0$, $\theta = \theta_0 e^{-\alpha t}$, d'où l'on déduit des valeurs constantes de α.

» En réalité, le disque n'est pas indéfini; il y a sur sa surface latérale,

(1) *Mémoires de la Société royale des Sciences d'Upsal*, 26 mars 1886.
(2) *Repertorium für Meteorologie*; Saint-Pétersbourg, 4 novembre 1892.

ou sa tranche, des déperditions par rayonnement, convection et conductibilité des points d'attache; les surfaces isothermes ne sont plus planes, mais présentent, sur les bords, leur concavité à la surface noircie; mais, si le diamètre du disque est suffisant et son épaisseur assez faible, elles pourront rester planes au centre où la température sera la même que celle d'un disque indéfini, ce qui dispense de l'emploi d'un anneau de garde; la perte par la tranche est très atténuée si on la polit avec soin, et si l'on suspend le disque par trois fils très fins.

» Si l'excès thermométrique est très faible, quelles que soient les lois de ces trois sortes de déperdition, elles pourront être réduites à une fonction linéaire de θ et être englobées dans un même coefficient α; cette hypothèse est justifiée dans mon appareil pour lequel α a été trouvé constant, et égal à 0,075.

» Un disque de cuivre galvanoplastique de $0^m,005$ d'épaisseur sur $0^m,04$ de diamètre (l'expérience indique quel est le diamètre suffisant) est suspendu par trois fils de cuivre rouge de $\frac{3}{10}$ de millimètre de diamètre, fixés sur sa tranche, dans le plan d'un anneau de cuivre rouge isolé par trois supports en ébonite; son centre est dans l'axe d'une enceinte cylindrique en laiton de $0^m,08$ de diamètre sur $0^m,35$ de longueur, munie d'une double enveloppe remplie d'eau que l'on brasse, pendant l'opération, par une insufflation d'air; le fond est formé par un obturateur à baïonnette, qui porte les trois supports isolants, et un disque de verre dépoli d'un diamètre supérieur de $0^m,002$ à celui du disque de cuivre, et sur lequel on centre son ombre.

» Le disque est à $0^m,14$ du fond, et la partie de l'enceinte qui est au-dessus de lui est munie de dix diaphragmes en aluminium mince, polis en avant, noircis en arrière, distants l'un de l'autre de $0^m,02$, et formant une chambre d'amortissement pour les courants d'air, comme dans le bolomètre de M. Langley et dans mon actinographe; l'ouverture de ces diaphragmes est de $0^m,044$; l'instrument étant surtout destiné à des étalonnages, on opère autant que possible par un temps calme.

» La température du disque s'obtient en fixant solidement, dans un orifice très fin pratiqué dans son axe et en arrière, un fil de constantan de $\frac{3}{10}$ de millimètre, qui traverse un bouchon d'ébonite fixé au fond de l'enceinte; l'anneau de cuivre, au centre duquel est fixé le disque par trois fils tendus, est aussi muni d'un fil de cuivre traversant un bouchon d'ébonite; enfin, dans l'eau de la double enveloppe est une soudure cuivre-constantan, placée à la hauteur du disque, dont les fils isolés par des tubes de

verre traversent aussi un bouchon d'ébonite; les deux fils de constantan sont fixés l'un à l'autre, et les deux fils de cuivre sont en relation avec un galvanomètre à cadre mobile dont on lit les déviations à l'aide d'une lunette et d'une échelle placée à 3^m du miroir.

» Le tout est monté sur un support en altazimut muni de cercles divisés et dentés actionnés par deux pignons qui permettent de le maintenir centré vers le Soleil; vu le poids de l'instrument, le cercle azimutal roule sur un plateau muni d'une gorge à billes; ce support a été construit avec soin par M. Pellin; l'actinomètre a été construit dans l'atelier de l'Institut de Physique.

» Une détermination complète dure au plus trois minutes en tout; on observe à l'ombre de trente en trente secondes; on enlève ensuite un diaphragme formé de lames parallèles d'aluminium, et l'on observe de trente en trente secondes au soleil, en éliminant la première observation qui correspond à l'état variable dont la durée est d'environ quinze secondes; on peut remettre l'écran et observer à l'ombre pour vérifier la constance de α. L'écran d'aluminium peut être ouvert ou fermé à distance par l'observateur au moyen d'une clef de Morse qui actionne un système électromagnétique auquel est fixé l'écran.

» Immédiatement après l'observation, on peut déterminer la valeur d'un degré en millimètres de l'échelle; on enlève le fond de l'actinomètre et l'on plonge le disque dans un calorimètre à eau; deux thermomètres, donnant le $\frac{1}{200}$ de degré, sont placés dans le calorimètre et dans l'enceinte au contact de la soudure, et les deux masses d'eau sont brassées par une insufflation d'air; avec mon instrument, un degré de différence thermométrique correspond à quatre-vingt-neuf divisions de l'échelle, et ce nombre n'a pas varié à deux mois d'intervalle. On peut apprécier une demi-division ou un quart de division et obtenir une approximation de l'ordre des millièmes.

» La détermination terminée, le disque est égoutté, plongé dans l'alcool et séché; le noir, préparé comme nous l'avons indiqué (1), reste intact et conserve son pouvoir absorbant égal à 0,98 environ.

» Avec de bien faibles excès (1° ou 1°,5) les formules se simplifient : on développe les exponentielles en série et, en négligeant les puissances de αt supérieures à la première, on a, pour le refroidissement et le réchauffement, des marches uniformes qui ramènent les corrections à la

(1) MM. Crova et Compan, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 707.

forme très simple que leur avait donnée Pouillet. Les formules complètes ne donnent guère plus d'exactitude si les excès sont très petits. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Agglutination du bacille de la tuberculose vraie.* Note de M. **S. Arloing.**

« M. Ledoux-Lebard avait étudié l'agglutination du streptobacille de la pseudo-tuberculose par le sérum de lapins pseudo-tuberculeux; mais personne, à ma connaissance, n'avait signalé l'agglutination du bacille de la tuberculose vraie avant ma Communication au Congrès de Médecine interne tenu cette année à Montpellier (13 avril 1898). Depuis, M. Dubard a fait savoir qu'il avait observé ce phénomène de son côté (Société de Biologie, 30 avril 1898). La condition préalable nécessaire était l'obtention d'émulsions bien homogènes de bacilles de Koch. On a pu voir comment je suis parvenu à me les procurer (*Comptes rendus,* séance du 9 mai 1898).

» Je vais donner aujourd'hui le résumé de mes expériences capitales sur ce sujet.

» I. Le bacille de Koch peut être agglutiné par certains sérums; sous ce rapport, il a des réactions analogues à celles de plusieurs autres microbes pathogènes.

» Si, à quelques gouttes de culture ou d'émulsion homogène de bacilles déposés dans un petit tube *ad hoc*, on ajoute $\frac{1}{10}$ de sérum sanguin de chèvre saine et vierge de toute inoculation, on ne provoque pas d'agglutination; tout au plus, voit-on se déposer au fond du tube quelques fins grumeaux en douze à seize heures. Si l'on substitue à ce sérum celui de chèvres ayant reçu une longue série d'injections sous-cutanées de tuberculine ou de bacilles de Koch plus ou moins virulents, le phénomène de l'agglutination se manifeste rapidement avec une grande intensité et d'une manière complète.

» On voit aussi le léger pouvoir agglutinant naturel du sérum de l'âne s'accroître considérablement sous l'influence des mêmes injections.

» II. J'ai fait agir sur des émulsions de bacilles le sérum d'individus normaux appartenant à des espèces différentes. Il semble que le pouvoir agglutinant du sang normal soit en raison inverse de l'aptitude des espèces à contracter ou à supporter la tuberculose. Ainsi il est nul dans le sang du cobaye et du lapin, animaux facilement tuberculisables, très léger dans le sang de la chèvre, plus accusé dans le sang du bœuf et de l'âne, très mar-

qué dans le sang du cheval, animaux qui présentent exceptionnellement la tuberculose ou qui la subissent souvent sans de très grands dommages.

» III. Le sérum, rendu fortement agglutinant par des injections sous-cutanées de bacilles de Koch ou de tuberculine, agglutine aussi très bien les cultures en milieu liquide ou les émulsions homogènes du bacille de la tuberculose aviaire et, en particulier, de la tuberculose du pigeon.

» Je ne voudrais pas tirer de ce fait une déduction rigoureuse; cependant, je dirai qu'il plaide en faveur de l'opinion de plus en plus accréditée que le bacille de la tuberculose aviaire est une simple variété du bacille de Koch.

» IV. L'action de mes sérums agglutinants s'exerce également bien sur les bacilles en voie d'évolution dans du bouillon glycériné. A des ballons garnis de bouillon et ensemencés, j'ai ajouté $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ de sérum agglutinant de sang de chèvre. Au point de vue de la quantité, la culture a été remarquable dans chaque ballon. Seulement, les bacilles s'agglutinaient au fur et à mesure de leur développement, de manière à former de petits grumeaux qui se déposaient immédiatement sur le fond. Au-dessus de la couche de prolifération, le bouillon restait clair et transparent. Le phénomène était au maximum dans le ballon chargé d'un quart de sérum sanguin.

» V. Les chèvres qui me fournissaient du sérum agglutinant étaient en expérience depuis fort longtemps. J'ignorais le moment où leur sérum avait acquis cette propriété. J'ai cherché à le déterminer par une expérience suivie pas à pas. J'ai cherché aussi à faire apparaître le pouvoir agglutinant dans le sang du lapin.

» Le 31 mars 1898, j'entreprenais des injections de tuberculine brute sous la peau d'une chèvre et d'un lapin et d'émulsions de bacilles sous le derme de sujets de cette dernière espèce. Avant le 12 avril, tous jouissaient du pouvoir agglutinant. La chèvre avait reçu 6^{cc} de tuberculine brute; le lapin, 25 gouttes; un autre lapin, 6 grumeaux de bacilles de Koch faisant au total le volume d'une noisette.

» Le pouvoir agglutinant peut donc naître et se développer en peu de temps par ces procédés.

» VI. Je me suis appliqué ensuite à déterminer le parti que l'on pourrait tirer de l'agglutination du bacille de Koch dans le diagnostic ou le pronostic de la tuberculose sur l'homme, m'inspirant des observations de M. Widal et de M. Paul Courmont sur le pouvoir agglutinant du sang des typhiques à l'égard des cultures du bacille d'Eberth.

» Pour donner à mes essais plus de netteté, j'ai eu soin d'opérer avec le sérum et non avec le sang complet. Les quelques gouttes de sang, obtenues d'une piqûre à la lancette, étaient donc abandonnées à elles-mêmes dans un petit tube de verre ; elles laissaient transsuder naturellement leur sérum, ou bien j'écrasais le caillot et je soumettais le tube à l'action de la force centrifuge. Le sérum était ajouté aux émulsions dans la proportion de $\frac{1}{10}$, parfois de $\frac{1}{5}$; l'observation prenait fin au bout de vingt-quatre heures.

» Dans mes premiers essais, j'ai fait agir sur les émulsions : 1° du sérum de personnes saines en apparence; 2° du sérum de personnes offrant les symptômes de la tuberculose pulmonaire; 3° du sérum de personnes atteintes d'une variété de la tuberculose chirurgicale; 4° du sérum de malades ayant des affections diverses, mais dont quelques-unes étaient peut-être superposées à la tuberculose. J'ai distingué trois sortes de résultats : agglutination et clarification parfaites, agglutination et clarification incomplètes, agglutination et clarification nulles ou insignifiantes.

» Voici le pourcentage dans chaque catégorie : le sérum des personnes atteintes ou supposées atteintes de tuberculose pulmonaire vraie agglutine 94 fois sur 100, 57 fois d'une façon parfaite, 37 fois incomplètement; prélevé sur des malades frappés de tuberculose chirurgicale, il agglutine 91 fois sur 100, 35 fois parfaitement, 56 fois incomplètement; venant de malades divers, il agglutine 32 fois sur 100, 11 fois très bien, 21 fois imparfaitement: enfin, retiré de personnes supposées saines, il agglutine seulement 22 fois sur 100, 11 fois très bien et 11 fois incomplètement.

» La proportion des résultats positifs indiquée ci-dessus permet d'espérer que l'on pourra tirer parti, en clinique, de l'agglutination du bacille de Koch. L'avenir nous dira la raison pour laquelle le phénomène parait quelquefois en défaut. Je poursuis de nouveaux et nombreux essais avec cet objectif. »

M. **Ad. Carnot** fait hommage à l'Académie du premier Volume de son « Traité d'Analyse des substances minérales », puis il ajoute :

« Ce Volume doit être bientôt suivi de deux autres, dans lesquels seront exposés les caractères analytiques des divers éléments, métalloïdes et métaux, et de leurs principaux composés, les moyens de les reconnaître, de les isoler les uns des autres, de les doser, enfin d'analyser les substances minérales les plus variées.

» Le Volume qui vient de paraître est consacré aux *méthodes générales de l'analyse qualitative et de l'analyse quantitative*.

» On trouvera décrits, dans les premiers Chapitres, les procédés des recherches qualitatives par la voie sèche, au moyen du *chalumeau*, de la *lampe à gaz* et du *spectroscope*, puis les procédés *microchimiques*, enfin les recherches par la *voie humide* proprement dite, avec une marche systématique nouvelle, destinée à permettre de classer par groupes et ensuite de distinguer et de caractériser les divers éléments, y compris les éléments rares, que les progrès de la Science et de l'Industrie ne permettront plus désormais de laisser dans l'ombre.

» Un Chapitre spécial est destiné à l'étude des *réactifs* employés dans l'analyse.

» Dans la seconde Partie du Volume sont exposées, avec les détails jugés nécessaires, les *opérations préliminaires* à effectuer pour la préparation des échantillons, puis les *opérations de voie sèche* qui peuvent intervenir aux différents degrés de l'analyse, ensuite les *opérations de la voie humide*. Un Chapitre relatif à l'*électrolyse* complète l'exposé des opérations, qui peuvent conduire au *dosage pondéral*.

» Les Chapitres suivants présentent les différentes méthodes de *dosage par liqueurs titrées* ou méthodes volumétriques et les *essais colorimétriques*, qui méritent parfois d'être recommandés comme particulièrement rapides.

» Enfin le dernier Chapitre réunit tous les procédés de *recherche qualitative* et d'*analyse quantitative des gaz*. J'ai cru devoir insister principalement sur les gaz contenus dans l'atmosphère, dans l'air des mines, dans les gaz des foyers domestiques et industriels, dans le gaz d'éclairage, dans les eaux douces et les eaux minérales. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

L'OBSERVATOIRE DE MONT-HAMILTON envoie à l'Académie deux photographies de l'éclipse totale de Soleil du 21 janvier 1898.

(Commissaires : MM. Cornu, Wolf, Callandreau.)

M. LOUIS THÉNARD soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Principe universel des forces ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

MM. **Pellier** adressent une Note sur le « problème de l'aviation ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement de la fonction perturbatrice.* Note de M. **Adrien Féraud**, présentée par M. Poincaré.

« Soient ϖ et ϖ' les angles que font, avec la ligne des nœuds, les lignes des périhélies des orbites de deux astres. Soient encore u et u' les anomalies excentriques des deux planètes. Posons enfin

$$e^{iu} = x, \qquad e^{iu'} = y.$$

» On sait que le carré de la distance des deux astres, que je désignerai, avec M. Poincaré, par $F(x, y)$, est un polynome du second degré par rapport aux quatre variables x, y, x^{-1}, y^{-1}.

» Le coefficient $A_{a,b}$ de $e^{i(au+bu')}$, dans le développement suivant les puissances de e^{iu} et de $e^{iu'}$ de la partie principale de la fonction perturbatrice $\frac{1}{\sqrt{F}}$, est donné par la formule

$$A_{a,b} = \frac{1}{4\pi^2} \int_{|x|=1} \int_{|y|=1} x^{-a} y^{-b} \frac{dx\,dy}{xy\sqrt{F(x, y)}}.$$

» Dans un Mémoire *Sur les périodes des intégrales doubles et le développement de la fonction perturbatrice* (*Journal de Mathématiques*, 5e série, t. III), M. Poincaré a développé une méthode pour étudier les relations de récurrence qui lient entre eux les coefficients $A_{a,b}$.

» D'après ces relations récurrentes, toutes les transcendantes $A_{a,b}$ peuvent s'exprimer au moyen d'un nombre fini d'entre elles, qui seront considérées comme seules distinctes.

» Le nombre des transcendantes distinctes, qu'il y a dans chaque cas, dépend essentiellement de la *forme* et des *symétries* du polynome $F(x, y)$.

» Le polynome $F(x, y)$, d'après la nature des termes qu'il contient, présente quatre formes distinctes que nous avons appelées les formes (1), (2), (3) et (4).

» Nous dirons que le polynome $F(x, y)$ présente la symétrie σ s'il ne change pas lorsqu'on effectue sur x et y les transformations définies par la substitution σ.

» Il suffit de considérer, pour l'objet que l'on a en vue, les substitutions qui sont, ou bien de la forme $\begin{vmatrix} x & y \\ \pm x^{\pm 1} & \pm y^{\pm 1} \end{vmatrix}$, ou bien de la forme $\begin{vmatrix} x & y \\ \pm y^{\pm 1} & \pm x^{\pm 1} \end{vmatrix}$. Il y a vingt substitutions de cette nature.

» J'ai cherché les conditions nécessaires et suffisantes que doivent remplir les deux orbites pour que le polynome $F(x, y)$ présente ces diverses formes et une ou plusieurs de ces diverses symétries.

» J'arrive ainsi, et en employant, d'autre part, un procédé de discussion semblable à celui développé par M. Poincaré, à former le Tableau suivant :

Forme et symétries de $F(x, y)$.	Nature et position des orbites.	Nombre des transcendantes distinctes.
(1).....	1° Les deux orbites n'ont pas de position particulière	16
(1); σ_1.....	2° La seconde orbite est dans un plan perpendiculaire au plan de la première et passant par le grand axe de celle-ci	12
(1); σ_2.....	3° Les deux grands axes sont, ou bien confondus avec la ligne des nœuds, ou bien perpendiculaires à la ligne des nœuds	10
(1); σ_3.....	4° Les deux orbites sont égales et placées de façon que $\varpi' = \varpi + \Pi$; les sens dans lesquels on compte les longitudes sont tels que, lorsque l'on rabat le plan de l'une des orbites sur l'autre de manière que les lignes des périhélies soient sur le prolongement l'une de l'autre, ces deux sens coïncident..	10
(1); σ_1, σ_2, σ_3.....	5° Les plans des deux orbites sont perpendiculaires et les grands axes coïncident avec la ligne des nœuds.....	9
(1); σ_1, σ_3.....	6° Les deux orbites sont égales, et les lignes des périhélies, confondues avec la ligne des nœuds, sont dirigées en sens contraires....	7
(1); σ_1, σ_2, σ_3....	7° Les deux orbites sont égales, leurs plans sont perpendiculaires, et les lignes des périhélies, confondues avec la ligne des nœuds, sont dirigées en sens contraire.....	6
σ_1, σ_2, σ_3.....	8° Les deux orbites sont concentriques	5
σ_1, σ_2, σ_3...	9° Les deux orbites sont concentriques et leurs plans sont perpendiculaires.....	4

Les deux orbites sont elliptiques.

Forme et symétries de F(x, y).		Nature et position des orbites.	Nombre des transcendantes distinctes.
(2).....	La première orbite est circulaire et la seconde est elliptique.	10° Les orbites n'ont pas de situation particulière.	12
(2); σ_1		11° Les plans des deux orbites sont perpendiculaires.....	10
(2); σ_4		12° Le grand axe de l'orbite elliptique est confondu avec la ligne des nœuds.....	8
(2); σ_3		13° Le grand axe de l'orbite elliptique est perpendiculaire à la ligne des nœuds.....	8
(2); σ_1, σ_4.....		14° Les plans des deux orbites sont perpendiculaires et le grand axe de l'orbite elliptique est confondu avec la ligne des nœuds	7
(2); σ_1, σ_3.....		15° Le grand axe de l'orbite elliptique est perpendiculaire au plan du cercle.....	6
(3); σ_3		16° Le grand axe de l'orbite elliptique est perpendiculaire à la ligne des nœuds et l'excentricité de cette orbite est égale à sin J....	7
(4); σ_2, σ_4, σ_5....	Les deux orbites sont circulaires.	17° Les plans des deux orbites ne sont pas perpendiculaires.....	4
(4); σ_1, σ_2, σ_4, σ_5.		18° Les plans des deux orbites sont perpendiculaires.....	3

» La première colonne contient le numéro de la forme du polynome F(x, y) et les symétries qu'il présente.

» Je n'ai inscrit que les symétries qui ne se déduisent pas les unes des autres et qui, à cet égard, peuvent être considérées comme *fondamentales*: ces symétries, au nombre de cinq, sont les suivantes :

$$\sigma_1 = \begin{vmatrix} x & y \\ x^{-1} & y \end{vmatrix}, \quad \sigma_2 = \begin{vmatrix} x & y \\ -x & -y \end{vmatrix}, \quad \sigma_3 = \begin{vmatrix} x & y \\ -x^{-1} & y^{-1} \end{vmatrix}, \quad \sigma_4 = \begin{vmatrix} x & y \\ x^{-1} & y^{-1} \end{vmatrix}, \quad \sigma_5 = \begin{vmatrix} x & y \\ y & x \end{vmatrix}.$$

» Dans la deuxième colonne, j'ai indiqué la nature et la position des deux orbites, en réunissant par une accolade tous les cas où la nature des orbites est la même.

» Enfin, dans une dernière colonne, j'ai inscrit le nombre des transcendantes distinctes qui subsistent dans chaque cas. »

GEOMÉTRIE. — *Sur la correspondance quadratique et rationnelle de deux figures planes, et sur un déplacement remarquable.* Note de M. **Ernest Duporcq**, présentée par M. Darboux.

« Soient (a, A_1) et (a, A_2) deux transformations dualistiques qui, à tout point a d'un plan P, font respectivement correspondre des droites, A_1 et A_2, d'un plan P′, dont nous désignerons le point d'intersection par a'. On voit aisément que la transformation ponctuelle (a, a') est généralement définie par sept couples de points correspondants; on sait d'ailleurs que les droites A_1 et A_2 coïncident pour trois positions, α, β et γ, du point a : les transformations telles que (a, a') sont les transformations quadratiques rationnelles les plus générales.

» Considérons maintenant une autre transformation analogue (a, a''), résultant de deux nouvelles transformations dualistiques (a, A_3) et (a, A_4); on vérifie sans peine que les droites A_1, A_2 et A_3 du plan P′ sont concourantes lorsque le point a appartient à une certaine cubique Γ_4, évidemment circonscrite au triangle $\alpha\beta\gamma$. La cubique analogue Γ_3 (telle que les droites A_1, A_2 et A_4 correspondant à ses points soient concourantes) coupera la précédente en six points différents de α, β, γ, et tels que les points qui leur correspondent dans les transformations (a, a') et (a, a'') coïncident.

» Ceci posé, considérons toutes les transformations quadratiques rationnelles (a, a''), telles que pour cinq positions données, 1, 2, 3, 4, 5 du point a, le point a'' coïncide avec a' : toutes les cubiques qui passent par ces cinq points et par les points α, β, γ ont un neuvième point fixe, 6, et il résulte, de ce qui précède, que le point 6″ coïncide avec 6′. Donc :

» *La donnée de cinq couples de points conjugués dans une correspondance quadratique et rationnelle de deux figures planes en détermine un sixième.*

» On voit de plus que :

» *La donnée de six couples de points conjugués détermine en général une infinité de couples de points conjugués, qui se correspondent sur deux cubiques.*

» Sur la détermination géométrique des points 6 et 6′, associés ainsi à deux quintuples de points donnés, 1, 2, 3, 4, 5 et 1′, 2′, 3′, 4′, 5′, je me contenterai d'indiquer le résultat suivant. Il existe, en général, une transformation homographique telle que les points 1, 2, 3, 4 correspondent aux

points $1'$, $2'$, $3'$, $4'$; au point $5'$ correspondra ainsi un point ε : le point 6 est à l'intersection de la droite du point 5ε et de la conique (1234ε). On obtient ainsi cinq droites concourantes, 1α, 2β, 3γ, 4δ et 5ε, en même temps que cinq coniques passant par leur point de concours, ce qui permet d'énoncer des théorèmes relatifs aux transformations homographiques.

» Dans le cas particulier où les points 5 et ε coïncident, le point 6 est indéterminé sur la conique (12345). Donc :

» *Si cinq couples de points conjugués dans une correspondance quadratique rationnelle sont aussi conjugués dans une transformation homographique, ils déterminent, dans la correspondance quadratique, une infinité de couples de points conjugués, qui se correspondent homographiquement sur deux coniques.*

» Voici une application intéressante des remarques précédentes : Soient P_1, P_2 et P_3 trois positions dans l'espace d'un plan P, et soit P′ un plan fixe ; désignons par a_1, a_2 et a_3 les trois positions d'un même point, a, du plan P : on obtient une transformation quadratique rationnelle en associant au point a le point où le plan P′ coupe l'axe de la circonférence $(a_1a_2a_3)$. Les résultats précédents fournissent donc immédiatement la propriété suivante :

» *Si un plan* P *se déplace dans l'espace de sorte que cinq de ses points restent sur des sphères dont les centres appartiennent à un plan fixe* P′, *il existera dans le plan* P *un sixième point jouissant de la même propriété.*

» Lorsque les cinq points du plan P et les centres correspondants se correspondent homographiquement, on voit que tous les points de la conique définie par ces cinq points restent à des distances invariables de points qui leur correspondent homographiquement sur une conique du plan P′ : résultat précédemment signalé par M. Raoul Bricard (¹). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes hamiltoniens.* Note de M. **G.-A. Miller**, présentée par M. Jordan.

« Suivant M. Dedekind, nous appelons *groupe hamiltonien* un groupe (non abélien) dont tous les sous-groupes sont invariants. Si l'ordre d'un semblable groupe G est $p^{\alpha}p_1^{\alpha_1}\dots p_k^{\alpha_k}$ (p, p_1, …, p_k étant des nombres premiers), il contient un seul sous-groupe (abélien ou hamiltonien) d'ordre

(¹) *Comptes rendus*, 16 novembre 1896.

p^{α}, un autre d'ordre $p_1^{\alpha_1}$, ... Ces $k+1$ sous-groupes ne pouvant avoir, deux à deux, d'opération commune sauf l'unité, chaque opération de l'un d'eux est échangeable aux opérations des autres sous-groupes (¹), et G sera le produit direct de ces $k+1$ sous-groupes (²).

» Puisque l'ordre d'un commutateur de G ne peut excéder 2 (³), l'ordre d'un groupe hamiltonien ne peut être une puissance d'un nombre premier impair. Donc l'un des nombres p, p_1, ... est égal à 2. Soit $p=2$. Les k groupes d'ordre $p_1^{\alpha_1}$, ... seront abéliens. Or il est clair que tout produit direct d'un groupe hamiltonien d'ordre 2^{α} et de groupes abéliens d'ordre impair est hamiltonien. Nous venons de voir que, réciproquement, on peut former de cette manière tous les groupes hamiltoniens. Il en résulte que l'étude des groupes hamiltoniens d'ordre 2^{α} est d'une importance fondamentale pour l'étude générale des groupes hamiltoniens.

» Soit H un groupe hamiltonien d'ordre 2^{α}. Il est évident que chacune de ses opérations d'ordre 2 est échangeable à toutes ses opérations. Soit s_1 une opération de H, choisie parmi celles qui ne sont pas échangeables à toutes les autres, et de telle sorte que son ordre 2^{β} soit minimum. Soit s_2 une autre opération de H, choisie parmi celles qui ne sont pas échangeables à s_1, de telle sorte que son ordre $2^{\beta'}$ soit minimum. Puisque les deux groupes cycliques dérivés de s_1, s_2 respectivement sont invariants dans H, et que s_1, s_2 ne sont pas échangeables, on doit avoir $s_1^{2^{\beta-1}} = s_2^{2^{\beta-1}}$. Le sous-groupe A_1 dérivé de s_1^2, s_2 est abélien; mais le sous-groupe H_1 dérivé de s_1, s_2 est hamiltonien. Toutes les opérations de H_1 dont l'ordre est $< 2^{\beta}$ se trouvent évidemment dans A_1. Donc $\beta' = \beta$, et nous pouvons poser

$$s_1 s_2 s_1^{-1} = s_2^{Y} \qquad \text{où} \qquad Y = 2^{\beta-1}+1.$$

On en déduit

$$(s_2 s_1)^{2^{\beta-1}} = s_2 s_2^{Y} s_2^{Y^2} \dots s_2^{Y^{2^{\beta-1}-1}} s_1^{2^{\beta-1}} = s_2^{\frac{1-Y^{2^{\beta-1}}}{1-Y}} s_1^{2^{\beta-1}},$$

et comme

$$\frac{1-Y^{2^{\beta-1}}}{1-Y} = \frac{(1+2^{\beta-1})^{2^{\beta-1}}-1}{2^{\beta-1}} = 2^{\beta-1} + \frac{2^{\beta-1}-1}{2} 2^{2\beta-2} + \dots$$

$$\equiv 2^{\beta-1} \bmod 2^{\beta} \qquad \text{si } \beta > 2,$$

il s'ensuit que

$$(s_2 s_1)^{2^{\beta-1}} = s_2^{2^{\beta-1}} s_1^{2^{\beta-1}} = 1. \qquad \text{si } \beta > 2.$$

(¹) Dyck, *Mathematische Annalen*, t. XXII, p. 97; 1883.
(²) Burnside, *Theory of groups*, p. 40; 1897.
(³) Dedekind, *Mathematische Annalen*, t. XLVIII, p. 557; 1897.

Donc H contient des opérations d'ordre 4 qui ne sont pas échangeables entre elles.

» Si H contenait une opération s_3 dont l'ordre fût > 4, elle serait échangeable à s_1. En effet, si ces opérations s_1, s_3 n'étaient pas échangeables, le groupe g_1 qui en dérive serait d'ordre $2^{\gamma+1}$. L'opération s_3 transformerait toutes les opérations de g_1 qui ne sont pas contenues dans le sous-groupe dérivé de s_3, suivant une substitution d'ordre 2 et de degré 2^γ. Donc s_3^2 serait échangeable à toutes les opérations de g_1, et $s_1 s_3^{2^{\gamma-2}}$ serait d'ordre 2, ce qui est impossible.

» On conclut de là que toutes les opérations de H qui ne sont pas échangeables à s_1 sont d'ordre 4 et qu'elles ont le même carré, à savoir s_1^2. Donc H contient $2^{\alpha-2}-1$ opérations d'ordre 2 et toutes ses autres opérations sont d'ordre 4. Chacune de ces dernières est échangeable à la moitié des opérations de H. On peut former un, et un seul, groupe hamiltonien d'ordre 2^α quand $\alpha > 2$. Ce groupe contient $2^{2\alpha-6}$ sous-groupes quaternions et tous ces sous-groupes ont deux opérations communes, à savoir : les commutateurs de H. L'ordre du sous-groupe dérivé de ces commutateurs est 2. Tous les groupes hamiltoniens, dont l'ordre est divisible par 2^γ, sans l'être par $2^{\alpha+1}$, ont les mêmes commutateurs. »

PHYSIQUE. — *Sur la liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium.* Note de M. **James Dewar**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans un Mémoire intitulé : *Liquéfaction de l'air et recherches à basses températures,* lu devant la *Chemical Society* et publié dans les *Proceedings*, n° 158, nous avons exposé l'histoire de la liquéfaction de l'hydrogène et les résultats de nos expériences jusqu'à la fin de l'année 1895.

» Les faits peuvent être résumés de la façon suivante : Après les belles recherches de M. Cailletet et de M. Pictet, Wroblewski fit la première expérience nette sur la liquéfaction de l'hydrogène en janvier 1884. Il trouva que le gaz refroidi dans un tube de verre capillaire au point d'ébullition de l'oxygène, et rapidement détendu de 100 à 1 atmosphère, présentait la même apparence d'ébullition soudaine que M. Cailletet avait observée dans ses expériences antérieures sur l'oxygène. Aussitôt après la publication, Olszewski confirma ce résultat en détendant l'hydrogène de 190 atmosphères, après l'avoir refroidi à la température donnée par l'évaporation de l'oxygène et de l'azote liquides sous pression réduite. Olszewski

déclara, en 1884, avoir vu se produire des gouttelettes incolores, et par détente partielle de 40 atmosphères il vit l'hydrogène liquide couler dans le tube de son appareil. Wroblewski ne put confirmer les résultats d'Olszewski, son hydrogène étant toujours ce qu'il appela un *liquide dynamique* ayant l'apparence d'une mousse instantanée. Les méthodes précédentes n'ayant pas donné de résultats, Wroblewski proposa d'amener l'hydrogène à l'état de *liquide statique* en employant le gaz hydrogène comme corps réfrigérant. Depuis cette époque jusqu'à sa mort, arrivée en 1888, Wroblewski employa tout son temps à de laborieuses recherches sur les isothermes de l'hydrogène à basses températures.

» Les données ainsi obtenues lui permirent, au moyen de la formule de Van der Waal's, de définir les constantes critiques de l'hydrogène, son point d'ébullition et sa densité.

» Olszewski reprit la question en 1891, répétant ses anciennes expériences dans un tube de verre de 7^{mm} de diamètre, tandis que, auparavant, il opérait dans un tube de 2^{mm}. Il dit : « En répétant mes premières » expériences, je n'espérais pas obtenir une température plus basse, grâce » à un agent réfrigérant, mais je pensais que la détente de l'hydrogène » serait plus efficace, parce que l'expérience était faite sur une plus grande » échelle. » Olszewski décrit les résultats de ces recherches ainsi qu'il suit : « Le phénomène de l'ébullition de l'hydrogène, qui fut alors observé, » fut beaucoup plus net et de plus longue durée que lors de mes premières » expériences dans la même voie. Mais je n'aperçus aucun ménisque » d'hydrogène liquide ». Plus loin : « La raison pour laquelle il n'a pas été » possible jusqu'ici de liquéfier l'hydrogène à l'état statique, tient à ce qu'il » n'existe aucun gaz ayant sa densité comprise entre celles de l'hydrogène » et de l'azote et qui soit, par exemple, comprise entre 7 et 10 ($H = 1$). » Un tel gaz pourrait être liquéfié au moyen de l'oxygène liquide ou de » l'air comme agent réfrigérant, et être ensuite employé comme liquide » frigorifique dans la liquéfaction de l'hydrogène. »

» Olszewski, en 1895, détermina la température produite dans l'expansion subite adiabatique de l'hydrogène à basse température.

» Dans ce but, il employa une petite bouteille d'acier de 20^{cc} ou 30^{cc} de capacité, contenant un thermomètre à résistance de platine. C'est ainsi que l'on a déterminé des températures qui furent regardées comme celles des points critiques et d'ébullition de l'hydrogène liquide, substance qu'on *ne put voir* dans ces circonstances et qui fut supposée présente, pendant

une ou deux minutes, tout au plus, au moment de l'expansion de l'hydrogène gazeux dans la bouteille d'acier.

» La question fut discutée, à l'Institution Royale, dans une lecture du vendredi intitulée *Nouvelles recherches sur l'air liquide* (*Proc. roy. Instit.*, 1896). Le compte rendu de cette lecture contient un dessin de l'appareil employé pour la production d'un jet d'hydrogène renfermant une partie liquide, et au moyen duquel l'air liquide put être rapidement transformé en une matière absolument solide.

» Il fut établi qu'un tel jet pouvait être employé pour refroidir des corps au-dessous de la température qui pouvait être obtenue par l'emploi d'air liquide, mais toutes les tentatives faites pour recueillir l'hydrogène liquide dans des vases vides échouèrent complètement. Aucun autre expérimentateur n'a poussé plus loin les résultats que j'ai décrits en 1895.

» Le professeur H. Kamerlingh Onnes, de Leiden, a fait, dans le n° 23 de *Communications from the Laboratory Physics*, un résumé très intéressant de l'état de la question en 1896.

» Après nos expériences sur la liquéfaction de grandes quantités d'air et après ces essais dont nous venons de parler sur la liquéfaction de l'hydrogène, nous avons résolu de construire un appareil plus important et de prendre des dispositions nouvelles pour la réfrigération et l'établissement des serpentins. Ce dispositif sera décrit dans un Mémoire ultérieur.

» La construction de cet appareil exigea toute une année, et de nombreux mois furent dépensés en essais et expériences préliminaires. Les défaites et les insuccès n'ont pas besoin d'être détaillés.

» Enfin, le 10 mai, en opérant avec de l'hydrogène, refroidi à — 205°C. et sous une pression de 180 atmosphères, s'échappant continuellement à l'extrémité d'un tube en serpentin, avec une très grande vitesse, dans un vase vide doublement argenté et de construction spéciale, entièrement entouré d'un espace vide maintenu au-dessous de — 200 C., l'hydrogène liquide commença à couler de ce vase vide dans un autre doublement isolé par un troisième vase vide. En cinq minutes environ, 20^{cc} d'hydrogène liquide furent recueillis; à ce moment, le jet d'hydrogène se solidifia par suite de l'accumulation dans les tubes de l'air mélangé à notre hydrogène impur.

» Le rendement en liquide fut environ 1 pour 100 du gaz. L'hydrogène à l'état liquide est clair et incolore, ne montre aucun spectre d'absorption et le ménisque est aussi bien défini que dans le cas de l'air liquide. Le

liquide doit avoir un indice de réfraction et une dispersion très élevés et la densité semble être aussi plus élevée que la densité théorique, c'est-à-dire 0,18 à 0,12, que nous déduisons respectivement du volume atomique des composés organiques et de la densité limite trouvée par M. Amagat pour le gaz hydrogène sous pression infinie.

» Nous pouvons cependant nous trouver ici en présence d'une illusion due à la grande dispersion de ce liquide. Mes anciennes expériences sur la densité de l'hydrogène dans le palladium donnent une valeur de 0,62 pour l'hydrogène combiné, et il sera intéressant de déterminer la densité réelle du corps liquide à son point d'ébullition.

» N'ayant pas actuellement les dispositifs nécessaires pour déterminer le point d'ébullition, nous avons fait plusieurs expériences pour montrer que le liquide bouillant est à une température extrêmement basse. D'abord un long tube de verre scellé à une extrémité et ouvert à l'autre est refroidi en plongeant l'extrémité fermée dans l'hydrogène liquide; le tube se remplit immédiatement, au point refroidi, d'air solide. Un petit tube renfermant de l'oxygène liquide fournit de suite un solide bleu.

» La seconde expérience fut faite avec un tube contenant de l'hélium.

» Le *Cracow Academy Bulletin* de 1896 contient un Mémoire du professeur Olszewski intitulé : *Recherches sur la liquéfaction de l'hélium*. La méthode qu'il employait était identique à celle de ses expériences antérieures sur l'hydrogène qui ne donna jamais ou ne put donner autre chose qu'une mousse d'un instant. Il dit : « Aussi loin que mes expériences peuvent » être poussées, l'hélium reste un gaz permanent et il est apparemment » plus difficile à liquéfier que l'hydrogène. »

» Dans un Mémoire que j'ai publié dans les *Proceedings of the chemical Society*, n° 183 (1896-1897), dans lequel la séparation de l'hélium du gaz de Bath fut effectuée par une méthode basée sur la liquéfaction, il était indiqué que la volatilité de l'hydrogène et celle de l'hélium seraient probablement voisines l'une de l'autre, comme celle du fluor et de l'oxygène. Ayant un échantillon de cet hélium purifié, extrait du gaz de Bath et scellé dans un petit ballon terminé par un tube étroit, ce dernier fut placé dans l'hydrogène liquide; on vit alors un liquide distinct se condenser. D'après ce résultat, il semble qu'il n'y a pas une grande différence entre les points d'ébullition de l'hélium et de l'hydrogène.

» Cette expérience a été répétée le 12 mai dans les mêmes conditions, et nous avons recueilli en quelques instants $5o^{cc}$ d'hydrogène liquide. Du

coton trempé dans ce liquide puis enflammé a brûlé avec une grande flamme d'hydrogène.

» Ce coton, imbibé d'hydrogène liquide et placé entre les pôles d'un électro-aimant puissant, se montre fortement magnétique, non à cause de l'hydrogène qu'il contient, mais parce qu'il se forme immédiatement à sa surface une couche d'air solide.

» D'ailleurs, pendant tout le temps de l'évaporation de l'hydrogène liquide, on voit se produire, au milieu du vase, un nuage d'air solide qui s'accumule dans le fond sous forme d'un dépôt blanc. Lorsque tout l'hydrogène est évaporé, ce précipité blanc, cet air solide, devient liquide, puis disparaît à son tour. Comme dans l'expérience précédente, l'hydrogène, avant d'être exposé à l'air, était absolument transparent.

» Il nous a été impossible d'obtenir la densité exacte de l'air liquide produit dans cette deuxième expérience. Avant d'exécuter une détermination exacte, il y aura de grandes difficultés à vaincre. Il est vraisemblable cependant que nous arriverons à manipuler dans cet hydrogène liquide comme nous l'avons fait dans l'air liquéfié.

» Tous les gaz connus ont donc été maintenant condensés en liquides, susceptibles d'être manipulés à leur point d'ébullition, sous la pression atmosphérique, dans des vases à double paroi séparée par un espace vide.

» Avec l'hydrogène employé comme agent réfrigérant, nous arriverons à 20° ou 30° du zéro absolu et son emploi ouvrira un champ entièrement nouveau aux recherches scientifiques. Un savant tel que James Clerk Maxwell avait des doutes sur la possibilité de la liquéfaction de l'hydrogène (voir *Scientific Papers*, vol. II; p. 412). Nul ne peut prédire les propriétés de la matière au voisinage du zéro absolu : Faraday liquéfia le chlore en 1823; soixante ans après, Wroblewski et Olszewski produisirent l'air liquide, et maintenant, après un intervalle de quinze ans, les gaz dits *permanents* tels que l'hydrogène et l'hélium se montrent à l'état de liquides statiques.

» Lorsque l'on considère que la distance qui sépare la liquéfaction de l'air de celle de l'hydrogène est relativement aussi grande, au sens thermodynamique, que celle qui existe entre la liquéfaction du chlore et celle de l'air, le fait que le premier résultat a été obtenu en quatre fois moins de temps que le second prouve l'accroissement considérable de la rapidité du progrès scientifique dans notre temps. »

PHYSIQUE. — *Sur un tube de Crookes régénérable par osmose.* Note de M. **P. Villard** (¹), présentée par M. J. Violle.

« On connaît les principaux défauts des tubes à rayons X : ils deviennent à l'usage de plus en plus résistants; d'autre part, quand ils sont neufs, leur résistance faiblit souvent pendant la marche, par suite du dégagement des gaz condensés sur les parois et laissés à dessein comme provision. La disposition suivante paraît supprimer complètement ces inconvénients :

» Un tube étroit, en platine, de quelques centimètres de longueur, fermé à un bout, est soudé, par son extrémité ouverte, à une tubulure en verre, elle-même soudée à l'ampoule de Crookes.

» Supposons l'appareil vidé et scellé comme à l'ordinaire; chauffons le tube de platine au moyen d'un bec Bunsen; les conditions de l'expérience bien connue, imaginée par MM. Sainte-Claire Deville et Troost, sont alors réalisées; l'hydrogène de la flamme pénètre par osmose, et à peu près pur, dans le tube de platine, et de là dans tout l'appareil. En deux ou trois secondes, une ampoule trop résistante est mise en état de fonctionner. En cinq minutes, on dépasse de beaucoup l'état Gessler.

» L'introduction du gaz cesse naturellement aussitôt qu'on retire la flamme.

» Si maintenant on chauffe de nouveau le tube de platine, mais après l'avoir entouré d'une gaine en platine mince qui l'isole du contact de la flamme tout en laissant circuler librement l'air, les gaz précédemment introduits sortent de l'appareil, par osmose encore, et, l'air ne pouvant pénétrer, le vide se rétablit.

» Ces deux opérations peuvent être renouvelées autant de fois que l'on veut.

» Le platine peut être remplacé par d'autres métaux, par le platine iridié, le palladium, le nickel, et même par du fer, dont la perméabilité pour l'hydrogène a été constatée par M. Cailletet.

» Un tube de Crookes étant muni du dispositif précédent, il convient évidemment, avant de le sceller, d'y faire le vide le plus complètement possible. On a ainsi un tube, trop résistant, il est vrai, mais dans lequel le passage du courant ne fera pas dégager de gaz; on amènera ensuite ce tube

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

à l'état de vide voulu, en opérant comme il est dit plus haut, et de manière à l'adapter le mieux possible à la source électrique dont on dispose. Toutes les fois que cela paraîtra nécessaire, on fera de nouveau pénétrer un peu de gaz dans l'ampoule ; cette opération peut, sans inconvénient, être faite en marche, au moyen d'un petit chalumeau spécial à manche isolant.

» En général, on n'aura pas à exécuter la manœuvre inverse, consistant à extraire l'hydrogène par osmose, et qui est plus longue que la précédente. Cependant, s'il s'agit d'un tube en quelque sorte usé et devenant trop facilement résistant, il y aura intérêt à l'amener au moins à l'état Gessler, pour le saturer de gaz, puis à y faire le vide à nouveau comme il est dit plus haut.

» L'expérience semble avoir montré, au moins avec certains tubes de platine, que le vide tend à se faire spontanément à la longue, l'hydrogène traversant lentement le platine à froid. Ceci est plutôt un avantage au point de vue pratique, et laisse à l'opérateur toute latitude pour le réglage.

» J'ai fait de nombreuses expériences avec un appareil ainsi disposé, construit pour moi par M. Chabaud; la soudure verre-platine a résisté à de nombreux chauffages, souvent prolongés, et il m'a été possible de passer, autant de fois que j'ai voulu, du vide de Crookes à une pression de quelques millimètres, et inversement.

» Au point de vue théorique ces expériences établissent qu'à 1000° le platine est complètement imperméable à l'air, et que l'osmose de l'hydrogène peut produire non seulement le vide barométrique, mais un vide tel que le courant d'une puissante bobine de Ruhmkorff ne puisse le traverser. »

PHYSIQUE. — *Sur une propriété des écrans fluorescents.* Note de M. **P. Villard** (1), présentée par M. J. Violle.

« Soit un écran fluorescent au platinocyanure de baryum, placé devant un tube de Crookes en activité, un obstacle quelconque, une lame de verre ou de métal par exemple, étant interposé entre le tube et l'écran : si, après quelques minutes d'exposition, on supprime l'obstacle, laissant l'écran exposé seul aux rayons X, on constate que les régions précédemment protégées par l'objet interposé sont maintenant plus lumineuses que les autres.

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

la différence étant d'autant plus marquée que l'obstacle était plus opaque. La surface fluorescente a été impressionnée d'une manière durable, et l'on a ainsi réalisé un écran donnant spontanément, en négatif, une image ou silhouette d'objets absents; cet écran a acquis une propriété qui peut être comparée à celle des miroirs magiques, mais la déformation produite n'est pas d'ordre mécanique comme dans ces derniers.

» L'impression ainsi obtenue sur l'écran est d'ailleurs visible à la lumière ordinaire : les régions qui ont été le plus exposées aux rayons X ont bruni légèrement; il semble qu'une action chimique ait modifié le sel fluorescent.

» Cette impression, persistante si l'écran est conservé à l'obscurité, possède la propriété singulière de disparaître par une exposition suffisante à la lumière ordinaire, ce qui permet de régénérer indéfiniment la surface fluorescente.

» Le platinocyanure de potassium se comporte comme celui de baryum. J'ai vérifié, avec le premier de ces deux corps, que la présence d'un vernis n'est pas nécessaire : l'expérience réussit aussi bien si le sel est simplement déposé sur une lame de verre.

» Au point de vue pratique, on voit qu'il y a tout intérêt à ne pas laisser les écrans fluorescents enfermés à demeure dans les boîtes, en forme de stéréoscope ou autre, que l'on emploie habituellement en fluoroscopie. L'impression produite sur le platinocyanure par les rayons X ayant pour effet de rendre ce sel moins fluorescent, et ne disparaissant qu'à la lumière, il convient que les écrans, quand on ne s'en sert pas, restent librement exposés au jour, afin que la modification due aux rayons X puisse s'effacer dans l'intervalle de deux opérations. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur les poids moléculaires des gaz facilement liquéfiables.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« J'ai exposé précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 954 et 1030; 1898) une méthode purement physique pour déterminer les poids moléculaires des gaz et les poids atomiques de leurs éléments constituants.

» Je suis parti du principe suivant : *Les poids moléculaires des gaz sont proportionnels à leurs densités limites, prises sous une pression infiniment faible.*

» J'ai fait voir que la densité limite d'un gaz à 0° est égale au produit de

sa densité normale d (c'est-à-dire prise à 0° et sous la pression atmosphérique) par le facteur $1-\varepsilon$, ε étant l'écart de la compressibilité du gaz par rapport à la loi de Mariotte, entre 0^{atm} et 1^{atm}, à la température de 0°. Cet écart est défini par l'équation de Regnault :

$$(1) \qquad \varepsilon = 1 - \frac{p_0 v_0}{p v} = A_p^{p_0}(p_0 - p),$$

v_0 étant le volume d'une masse de gaz sous la pression normale p_0, v son volume sous la pression p, $A_p^{p_0}$ le coefficient moyen d'écart entre p et p_0.

» Dans le cas actuel, si les pressions sont évaluées en atmosphères, $p=0$, $p_0=1$; l'équation (1) se réduit à $\varepsilon = A_0^1$, et le poids moléculaire du gaz est proportionnel à $(1-A_0^1)d$.

» Tout se réduit donc au calcul de A_0^1. Ce calcul est presque immédiat pour les gaz dits autrefois *permanents*. Les expériences de Regnault montrant que pour ces gaz le coefficient $A_{p_0}^{p}$ reste sensiblement constant pour des variations de pression égales à 4^{atm} ou 5^{atm}, on peut prendre sans erreur sensible entre 0^{atm} et 1^{atm} l'écart mesuré entre 1^{atm} et 2^{atm}.

» Dans le cas des gaz facilement liquéfiables, le coefficient $A_{p_0}^{p}$ varie rapidement avec p, et le calcul est plus long, bien que tout aussi exact.

» On connaît en effet, d'une manière très approchée et plus que suffisante pour le cas actuel, la fonction qui lie le volume et la pression d'une masse gazeuse. Non seulement la formule de M. van der Waals représente bien l'allure générale du phénomène, mais, si l'on détermine ses coefficients de manière à satisfaire exactement aux expériences pour une portion de la courbe de compressibilité, elle donne des valeurs numériques fort bonnes pour les portions voisines. Nous poserons donc

$$(2) \qquad p = \frac{RT}{v-\beta} - \frac{\alpha}{v^2},$$

p, v, T étant la pression, le volume, la température centigrade, augmentée de 273°,22, de la masse de gaz considérée; α, β, R trois constantes dont la première représente l'attraction des molécules, la seconde le quadruple de leur volume, la troisième le coefficient de dilatation (1). Si l'on choisit pour unité de volume le volume qu'occuperait à 0° et sous la pression normale la masse de gaz, s'il suivait dans ces conditions les lois de Mariotte et de Gay-Lussac [ce qui revient à faire $\lim(pv)=1$ pour $p=0$], R prend pour tous les gaz la même valeur (2) 0,00366o ou $\frac{1}{273,22}$, et le nombre

---

(1) Les formules de Clausius et de M. Sarrau ne diffèrent de celle de M. van der Waals que par l'évaluation de la pression interne, qui est posée égale à $\frac{f(T)}{(v+\gamma)^2}$. Elles n'offrent sur cette dernière aucun avantage dans le cas présent, où l'on envisage une température constante et des faibles pressions.

(2) Je pose le coefficient d'un gaz parfait égal à 0,00366o, c'est-à-dire $\frac{1}{273,22}$, et

des constantes caractéristiques de chaque gaz se réduit à deux. Dans le cas actuel, toutes nos données se rapportent à 0°, et RT = 1, ce qui simplifie les calculs.

» L'équation (2) contenant deux constantes α et β, il nous faut deux conditions pour les déterminer. Comme notre but est de calculer la compressibilité du gaz entre 0^{atm} et 1^{atm}, la première condition imposée à la formule sera de représenter exactement la compressibilité du gaz dans la région voisine où elle a été mesurée avec rigueur, c'est-à-dire de donner exactement le coefficient A_1^2 entre 1^{atm} et 2^{atm}. Le calcul montre que cette condition est exprimée par

$$(3) \qquad A_1^2 = \frac{1-2\beta}{1-2\alpha(1-2\beta)}\,\frac{\alpha(1-3\beta+2\beta^2)-\beta}{1-3\alpha(1-3\beta+2\beta^2)}.$$

» La seconde condition sera empruntée à l'une des particularités caractéristiques de la courbe de compressibilité; celle qui conduit au calcul le plus simple et qui répond en même temps à l'une des propriétés du gaz les mieux déterminées expérimentalement consiste à fixer le rapport $\frac{\alpha}{\beta}$ de manière à retrouver la température critique 0 :

$$(4) \qquad \frac{\alpha}{\beta} = \frac{27}{8}\,\frac{273{,}22+0}{273{,}22}.$$

» Au moyen des équations (3) et (4) on calcule α et β (1), et l'on porte les valeurs trouvées dans l'expression

$$(5) \qquad A_0^1 = \frac{\alpha(1-\beta)-\beta}{1-\alpha(1-\beta)}.$$

» Le nombre des gaz dont on connaît avec une exactitude suffisante la

---

non à 0,003663, c'est-à-dire $\frac{1}{273}$, comme on le fait d'habitude. Le calcul montre en effet que le coefficient de dilatation unique d'un gaz parfait doit être inférieur aux coefficients de dilatation de tous les gaz, y compris le plus petit des coefficients de l'hydrogène, qui est égal à 0,003661 [*Cf.* Van der Waals (*Continuité de l'état liquide et de l'état gazeux*, trad. française, p. 99), et Leduc (*Journal de Physique*, t. VII, p. 204; 1898)]. On sait d'ailleurs que les expériences toutes différentes de MM. Joule et Thomson sur le travail interne de l'air les ont amenés à placer le zéro absolu, non à — 273°,0, mais à — 273°,15.

(1) Le calcul se fait par approximations successives. On obtient un premier système de valeurs approchées de α et β, en joignant à la valeur $\frac{\alpha}{\beta}$, donnée par l'équation (4), la valeur $\alpha-\beta$ tirée de l'expression approchée $A_1^2 = \frac{\alpha-\beta}{[1-2(\alpha-\beta)][1-3(\alpha-\beta)]}$.

Les isothermes, tracés par M. Amagat en prenant comme coordonnées pv et p, permettent une discussion géométrique fort simple du problème et une détermination graphique rapide du résultat. Peut-être pourrait-on arriver ainsi à une évaluation aussi précise que par le calcul algébrique. Cette méthode aurait l'avantage de ne rien supposer sur la fonction $f(p, v, T)$ en dehors de ce que donne l'expérience.

densité normale d et le coefficient de compressibilité A_1^2 est assez limité. J'emprunterai ces données aux expériences très précises de M. Leduc (¹).

Le Tableau suivant contient : 1° les densités normales par rapport à l'oxygène des gaz : anhydride carbonique, oxyde azoteux, acétylène, acide chlorhydrique, phosphure d'hydrogène, anhydride sulfureux; 2° leurs coefficients de compressibilité A_1^2; 3° les températures critiques θ déterminées par les meilleurs observateurs (²); 4°, 5°, 6° les coefficients α, β, A_0^1 calculés comme il a été dit (³); 7° les volumes moléculaires normaux (c'est-à-dire à 0° et sous la pression atmosphérique) $v_m = 1 - A_0^1$ de ces divers gaz; 8° leurs poids moléculaires M, celui de l'oxygène étant posé, par convention, égal à 32.

	O.	CO^2.	Az^2O.	HCl.	C^2H^2.	PH^3.	SO^2.
d	1	1,38324	1,38450	1,14836	0,81938	1,07172	2,04833
A_1^2	0,000760	0,006916	0,007828	0,008132	0,008664	0,009707	0,02[illegible]
θ	— 118°	31°35	36°0	52°0	37°0	52°8	156°
α	0,001588	0,009131	0,010244	0,010442	0,011278	0,012359	0,03[illegible]
β	0,000828	0,002427	0,002682	0,002599	0,002943	0,003069	0,00[illegible]
A_0^1	0,00076	0,00674	0,00761	0,00790	0,00840	0,00937	0,02[illegible]
v_m	0,99924	0,99326	0,99239	0,99210	0,99160	0,99063	0,97[illegible]
M	32	44,000	44,000	36,486	26,020	34,001	64,046

» Dans une prochaine Communication je ferai voir que l'on déduit des poids moléculaires précédents les poids atomiques du carbone, de l'azote, du chlore, du phosphore et du soufre avec une précision égale et dans quelques cas supérieure à celle des meilleures méthodes chimiques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés du fluorure de glucinium anhydre et de l'oxyfluorure de glucinium.* Note de M. P. LEBEAU, présentée par M. H. Moissan.

« Berzélius a indiqué la préparation d'un fluorure de glucinium par l'action de l'acide fluorhydrique sur l'hydrate de glucinium. Ce savant

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 571 et 646, 1897; t. CXXVI, p. 415; 1898.

(²) J'ai pris pour CO^2 le nombre de M. Amagat, pour PH^3 celui de MM. Leduc et Sacerdote, et pour les autres gaz les valeurs inscrites sur les Tableaux de M. Mathias dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

(³) En introduisant ces valeurs de α et β ainsi que la valeur de R indiquée plus haut dans l'équation (2), on obtient des formules préférables à toutes celles qui ont été proposées jusqu'ici pour le calcul de la compressibilité des divers gaz au voisinage de la pression atmosphérique.

décrit ce composé comme un corps soluble dans l'eau en toutes proportions, se desséchant en une masse incolore, transparente, qui se maintient limpide à la température de + 60°, mais perd son eau à 100° en devenant laiteuse; à une température plus élevée, le produit se boursoufle et fond à moitié comme de l'alun. Chauffé au rouge, le sel perd une partie de son acide fluorhydrique si la dessiccation n'a pas été complète, mais le résidu de la calcination se dissout encore dans l'eau en donnant une solution limpide.

» Nous avons repris l'étude de cette réaction et nous avons recherché si le produit obtenu était bien le fluorure de glucinium anhydre. A cet effet, la glucine pure hydratée a été dissoute dans de l'acide fluorhydrique pur, bien exempt de silice et la solution limpide évaporée au bain-marie dans une capsule de platine. Le liquide se concentre en une masse gommeuse que nous avons cependant pu amener sous la forme pulvérulente, en agitant constamment. Cette substance, aussi parfaitement desséchée que possible à 100°, n'est pas du fluorure de glucinium anhydre. Le produit, très déliquescent d'ailleurs, retient toujours de l'eau; sa teneur en glucinium n'a jamais dépassé 17 pour 100.

» Nous avons alors calciné le résidu à différentes températures variant entre 440° et 800°. Au contact de l'air, nous avons observé les phénomènes décrits par Berzélius : fusion partielle, boursouflement de la masse et dissolution complète dans l'eau. L'analyse nous a montré que le produit porté au rouge présentait une composition sensiblement constante, correspondant à un oxyfluorure de formule $5GF^2.2GlO$:

	I.	II.	III.	Théorie pour $5GF^2.2GlO$.
Glucinium.....	22,01	23,31	22,90	22,26
Fluor.....	66,97	65,92	66,12	66,54
Oxygène, p. diff.....	11,02	10,77	10,98	11,20

» Ces analyses ont été faites sur trois échantillons différents.

» Cet oxyfluorure est un corps blanc presque transparent, se dissolvant complètement dans l'eau. Sa densité à 15° est voisine de 2,01.

» Le fluorure de glucinium anhydre ne peut donc pas être obtenu par la dessiccation du résidu de l'évaporation d'une solution fluorhydrique de glucine hydratée.

» Nous avons alors tenté l'évaporation et la dessiccation dans un courant de gaz fluorhydrique. A cet effet, la matière presque complètement dessé-

---

(1) Berzélius, *Traité de Chimie*, t. III, p. 468; 2e édition française.

chée au bain-marie était placée dans une nacelle de platine. Cette dernière était disposée dans un tube de même métal, traversé par un courant régulier d'acide fluorhydrique.

» On élevait progressivement la température du tube de platine jusqu'au rouge vif. Après refroidissement, on a retiré de la nacelle de platine, une matière fondue transparente, ressemblant à du verre, très déliquescente, dont la composition est celle d'un fluorure de glucinium GF^2.

» En outre, un anneau de même composition s'était formé au delà de la nacelle. Il était constitué par une partie fondue et vitreuse et aussi par un dépôt pulvérulent de petits cristaux.

» L'analyse de ce composé nous a donné les résultats suivants :

	Trouvé.			Calculé pour GF^2.
Glucinium	19,03	19,41	19,52	19,28
Fluor	80,90	80,04	80,33	80,72
	99,93	99,45	99,85	100,00

» Nous avons identifié ce fluorure avec celui que nous avions préparé en faisant réagir le fluor ou l'acide fluorhydrique gazeux sur le carbure de glucinium.

» Ces modes de formation du fluorure de glucinium ne permettent que de préparer une petite quantité de ce produit; nous nous sommes proposé de trouver un procédé plus pratique.

» M. Camille Poulenc (1), dans ses recherches sur les fluorures anhydres, a souvent utilisé la calcination des fluorures ammoniacaux. Ce procédé lui a permis d'obtenir, après départ du sel ammoniacal, un fluorure anhydre amorphe ou cristallisé suivant les cas. Nous avons songé à appliquer cette méthode à la préparation du fluorure de glucinium. Le sel double

$$GF^2\,2(AzH^4)F,$$

étudié par Marignac (2), s'obtient très facilement cristallisé et peut être parfaitement desséché. Ce sel, décomposé dans un courant de gaz carbonique ou dans un vase de platine presque hermétiquement clos, nous a donné du fluorure de glucinium anhydre.

» *Propriétés du fluorure de glucinium anhydre.* — Le fluorure de glucinium anhydre se présente sous la forme d'une masse vitreuse transparente ou d'un sublimé de petits cristaux très déliquescents : $D = 2,1$ à 15°.

(1) Poulenc, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. II.
(2) Marignac, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 47.

» Ce fluorure fond à la façon du verre, en prenant l'état pâteux, mais il devient très fluide vers 800°. Il se volatilise notablement à cette température, en donnant un dépôt blanc cristallisé.

» Le fluorure de glucinium se dissout en toute proportion dans l'eau. Il est soluble dans l'alcool absolu en petite quantité, très soluble dans l'alcool à 90°. Le refroidissement d'une solution alcoolique à — 23° fournit une masse blanche à texture cristalline, qui fond très rapidement dès que la température s'élève. L'alcool éthéré le dissout également.

» La plupart des métalloïdes sont sans action sur le fluorure de glucinium. L'oxygène le transforme en oxyfluorure; la vapeur de soufre ne l'altère point à la température de ramollissement du verre.

» Le fluorure de glucinium est attaqué par l'acide sulfurique. Il fournit du sulfate anhydre et de l'acide fluorhydrique.

» Nous n'avons pu dissoudre le fluorure de glucinium dans l'acide fluorhydrique anhydre. En projetant ce fluorure dans l'acide liquéfié, il ne s'est produit aucun échauffement sensible. Cette expérience rend peu probable l'existence d'un fluorure acide de glucinium.

» Le fluorure de glucinium est réduit au rouge par le sodium avec formation de fluorure de sodium et mise en liberté de glucinium métallique. La fusion difficile du fluorure et ses propriétés hygroscopiques rendent ce sel impropre à une préparation facile du métal pur. Avec le potassium, la réaction est beaucoup plus énergique et se produit au-dessous de 500°, avec incandescence. Le lithium se comporte d'une façon identique. Vers 650°, le magnésium décompose le fluorure de glucinium dans les mêmes conditions. A la même température, l'aluminium fond au contact de ce composé sans réagir.

» En résumé, nous avons démontré que la préparation indiquée par Berzélius pour obtenir le fluorure de glucinium conduit à un oxyfluorure de composition sensiblement constante et correspondant à la formule $5GF^2\,2GlO$; en outre, nous avons pu préparer le fluorure anhydre GF^2 et étudier ses principales propriétés. »

CHIMIE. — *Sur un mode de formation synthétique du carbonylferrocyanure de potassium.* Note de M. **J.-A. Muller.**

« Je n'avais pas réussi, jusqu'ici, à préparer le carbonylferrocyanure de potassium, K^3FeCAz^5CO (1), en partant du cyanoferrure de potassium.

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 992; 1887.

J'y suis parvenu récemment d'une façon bien simple en chauffant une solution de prussiate ordinaire dans une atmosphère d'oxyde de carbone.

» En abandonnant à la température ordinaire (15° à 20°), en vase clos, une solution de cyanoferrure de potassium à 200^{gr} de sel cristallisé par litre, en présence d'une quantité un peu plus qu'équimoléculaire d'oxyde de carbone, il ne se produit pas, au bout de quelques heures, de trace appréciable de carbonylferrocyanure; au bout de trente jours, $\frac{1}{4}$ pour 100 de la quantité de prussiate mise en œuvre est transformé en carbonylferrocyanure. A 60°-65°, la transformation est de 4 pour 100 dans le même temps. A 100°, elle est beaucoup plus grande et plus rapide. Enfin, à 130° elle dépasse 90 pour 100, et la réaction est terminée en moins de quarante-huit heures.

» Chauffée à 130° pendant quarante-huit heures, mais en l'absence d'oxyde de carbone, la solution de prussiate précédente ne donne pas trace de carbonylferrocyanure de potassium.

» Pendant le chauffage des solutions de cyanoferrure de potassium, il se forme de l'ammoniaque et du formiate de potassium. Ces deux composés se produisent du reste en quantités équimoléculaires et résultent évidemment de l'hydrolyse de groupes CAzK du ferrocyanure.

» En présence d'oxyde de carbone, la transformation du cyanoferrocyanure de potassium en carbonylferrocyanure peut, d'ailleurs, s'exprimer par l'équation suivante :

$$K^4Fe\overline{CAz}^6 + CO + 2H^2O = K^3Fe\overline{CAz}^5CO + AzH^3 + HCO^2K.$$

» En effet, en déterminant, d'une part, les quantités de cyanoferrure de potassium et d'oxyde de carbone qui ont réagi et, d'autre part, les quantités de carbonylferrocyanure de potassium, d'ammoniaque et de formiate de potassium formées, j'ai trouvé, dans trois expériences faites à 130°, les résultats suivants :

	Exp. I (24^h).		Exp. II (48^h).		Exp. III (72^h).	
	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
$K^4Fe\overline{CAz}^6$ transformé..	0,658	»	0,797	»	0,789	»
CO absorbé.....	0,054	0,050	0,061	0,060	0,062	0,060
$K^3Fe\overline{CAz}^5CO$ formé..	0,585	0,592	0,712	0,716	0,703	0,709
AzH^3 formé.....	0,029	0,030	0,035	0,037	0,035	0,037
HCO^2K formé.....	0,147	0,150	0,176	0,182	0,182	0,183

» Le carbonylferrocyanure de potassium formé dans toutes ces réactions présente, vis-à-vis des réactifs, les caractères que j'ai donnés dans mon

premier Mémoire sur ce composé (1); ce sel n'est pas précipité par le nitrate ou l'acétate de plomb (2) et, dans son dérivé cuivrique, le rapport du cuivre au fer correspond à celui exigé par la formule

$$Cu^3Fe^2\overline{CAz}^{10}C^2O^2\ (^3),$$

ainsi qu'il résulte des déterminations suivantes, faites sur les carbonylferrocyanures cuivriques provenant de la précipitation des carbonylferrocyanures de potassium, obtenus dans les principales expériences précitées, par l'acétate de cuivre :

	Expériences					
	à 60°.	à 100°.	à 130° (24h).	à 130° (48h).	à 130° (72h).	Calculé.
Valeurs du rapport $\frac{Cu^3}{Fe^2}$.	1gr,677	1gr,695	1gr,689	1gr,684	1gr,692	1gr,696

» Je poursuis l'étude de ces cyanures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel alcool tertiaire incomplet, le diméthylhepténol.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Friedel.

« Le nouvel alcool tertiaire non saturé, décrit dans ce Mémoire, dérive du lémonol par l'action de la potasse alcoolique; il offre de l'intérêt au double point de vue de son mode de formation à partir d'un alcool primaire, et de sa présence en petites quantités dans certaines essences naturelles.

» La préparation du diméthylhepténol s'effectue de la manière suivante : On chauffe, dans un autoclave en bronze, pendant huit heures, à 150°, un mélange de 200gr de lémonol et de 100gr de potasse dissoute dans très peu d'alcool.

» On précipite par l'eau, on lave la couche huileuse qui s'est séparée avec une dissolution d'acide acétique diluée, puis à l'eau, et l'on sèche. Le liquide obtenu, soumis à deux rectifications dans le vide, fournit un corps

(1) *Loc. cit.*, p. 993.
(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XVII, p. 94.
(3) *Ibid.*, p. 100.

bouillant à 79° sous 10^{mm}. Il donne à l'analyse :

	Trouvé.	Théorie pour $C^9H^{18}O$.
C.....	76,08	76,06
H.....	12,60	12,68

» C'est un liquide incolore, assez mobile, doué d'une odeur rappelant celle de la méthylhepténone naturelle. Il fixe une molécule de brome, et, chauffé à 140° avec de l'anhydride acétique et un peu d'acétate de sodium fondu, il donne un éther acétique bouillant à 84°-86° sous 11^{mm}.

	Trouvé.	Théorie pour $C^9H^{17}(OC^2H^3O)$.
C.....	71,54	71,74
H.....	10,95	10,87

» C'est un liquide à odeur aromatique agréable.

» Le corps, obtenu dans les circonstances ci-dessus indiquées, est donc un alcool non saturé de la formule $C^9H^{18}O$ différant de l'alcool générateur par un atome de carbone en moins. J'ai déterminé la constitution du nouvel alcool par l'étude de ses produits d'oxydation. Il donne par l'action du mélange chromique :

» 1° De la diméthylcétone que j'ai caractérisée par son point d'ébullition, son odeur et sa semicarbazone;

» 2° De la méthylhepténone naturelle bouillant à 170°-172°, donnant la semicarbazone fusible à 135°-136° et fournissant à l'analyse les chiffres correspondant à la formule $C^8H^{14}O$;

» 3° Une petite quantité d'acide lévulique provenant de l'oxydation plus profonde de la méthylhepténone et bouillant à 143°-145° sous 10^{mm}.

» Dans cette expérience, la diméthylcétone est un produit de destruction de la méthylhepténone qui constitue le produit principal de l'oxydation du diméthylhepténol; il en résulte que ce dernier ne peut être qu'un alcool tertiaire.

» De plus, si l'on compare les formules du nouvel alcool, $C^9H^{18}O$, et de la méthylhepténone $C^8H^{14}O$, on constate tout de suite qu'elles diffèrent par CH^4, et comme la constitution de celte dernière est

$$CH^3 - \underset{\underset{C}{|}}{C} = CH - CH^2 - CH^2 - CO - CH^3,$$

celle de l'alcool $C^9H^{18}O$ ne peut être que celle exprimée par la formule

ci-dessous :

$$CH^3 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{C} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{C}(OH) - CH^3,$$

qui rend compte des réactions observées et qui montre que cette substance est le diméthyl-2.6-heptène-2-ol-6.

» La réaction de la potasse sur le lémonol est à la fois oxydante et hydratante; on peut la représenter par l'équation suivante :

$$CH^3 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{C} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{C} = CH - CH^2OH + O^2$$

$$= CH^3 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{C} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{C}(OH) - CH^3 + CO^2,$$

l'eau formée dans l'oxydation se fixant sur la double liaison voisine et l'acide alcool ainsi formé perdant CO^2.

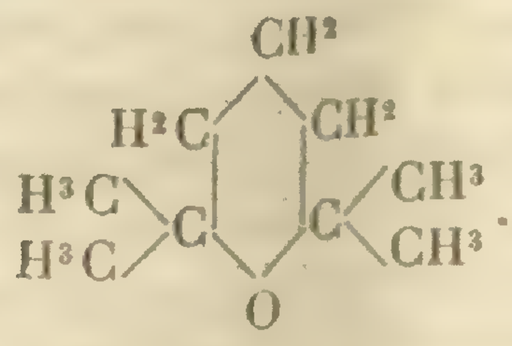
» Le diméthylhepténol laissé en contact, à froid et pendant seize heures, avec de l'acide sulfurique à 50 pour 100, et agité fréquemment, fixe une molécule d'eau en donnant un glycol bitertiaire

$$CH^3 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{C}(OH) - CH^2 - CH^2 - CH^2 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{C}(OH) - CH^3.$$

» Dans les conditions où je me suis placé, ce glycol n'est pas stable et il ne m'a pas été possible de l'obtenir en quantité suffisante pour le purifier; il se déshydrate et fournit abondamment l'oxyde de diméthylheptène :

	Trouvé.	Théorie pour $C^9H^{16}O$
C.....	75,92	76,06
H.....	12,83	12,68

» Cet anhydride peut être représenté par la formule



» C'est un liquide mobile, incolore, bouillant à 132°-133° et possédant une forte odeur de menthe et de camphre.

» La transformation du lémonol en diméthylhepténol s'effectue avec de bons rendements si l'on prend soin que la température ne s'élève pas au-dessus de 150°; en répétant l'action de la potasse alcoolique, on arrive à transformer les trois quarts du lémonol en diméthylhepténol; l'autre quart est constitué par des produits visqueux bruns que je n'ai pas examinés.

» J'ajouterai, en terminant, que le diméthylhepténol se rencontre en petites quantités dans l'essence de linaloë. J'ai, en effet, isolé, des portions inférieures de la préparation de l'acétate de licarhodol, un éther acétique de la formule $C^{11}H^{20}O^2$, possédant l'odeur de l'acétate de diméthylhepténol et bouillant comme lui à 83°-85° sous 10^{mm}. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthane-pyrocatéchine et dérivés*. Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. H. Moissan.

« Étant donnée l'éthane-pyrocatéchine (1. 2-dioxybenzène)

$$C^6H^4\begin{cases} O-CH^2 \ (1) \\ | \\ O-CH^2 \ (2) \end{cases},$$

je me suis proposé d'étudier la stabilité du noyau oxygéné, et de préciser, dans la mesure du possible, son influence sur le noyau aromatique. J'ai été conduit ainsi à préparer un certain nombre de produits de substitution, dont j'ai établi la constitution avec certitude.

» L'éthane-pyrocatéchine a été obtenue déjà par Vorlander (1) en chauffant en tubes scellés, à 100°, la pyrocatéchine avec de la potasse, du bromure d'éthylène et une petite quantité d'eau. J'ai pu la préparer plus aisément et par grandes quantités en opérant à reflux dans un grand ballon rempli d'hydrogène, de façon à éviter l'oxydation à l'air du mélange réagissant. On chauffe au bain d'huile tant qu'il se dégage des gaz. La réaction terminée, on entraîne l'éthane-pyrocatéchine par la vapeur d'eau.

» Le produit est une huile insoluble dans l'eau, distillant à 216° (corr.); $D_0 = 1,186$.

» Le permanganate de potasse l'attaque à peine, même à l'ébullition.

» L'acide chromique en solution acétique détruit complètement la molécule, avec formation d'acide oxalique et d'acide carbonique, sans qu'il soit possible d'isoler aucun corps intermédiaire de nature neutre, quinonique ou acide.

» Lorsqu'on chauffe l'éthane-pyrocatéchine avec un excès d'acide iodhydrique à l'ébullition, on peut, après l'opération, récupérer la presque totalité du produit mis

(1) *Lieb. Annal.*, t. CCLXXX, p. 20.

en œuvre. On sait que le même réactif dédouble facilement les éthers phénoliques en phénols et iodures alcooliques. Dans le cas présent, c'est la pyrocatéchine et l'iodure d'éthylène qu'on aurait dû obtenir.

» L'ammoniaque, aqueuse ou alcoolique, est sans action à 190° sur l'éthane-pyrocatéchine.

» *Substitutions dans le noyau oxygéné.* — Pour préparer d'une façon sûre des dérivés de substitution dans le noyau oxygéné, le plus simple est de procéder par voie indirecte. En faisant réagir la dibromhydrine $CH^2Br - CHBr - CH^2OH$ sur la pyrocatéchine disodée, j'ai obtenu un composé alcoolique

$$C^6H^4\begin{cases} O - CH^2 \ (1) \\ O - CH - CH^2OH \ (2) \end{cases}$$

qui cristallise en fines aiguilles blanches, inodores, fondant à 89°-90°, et distille sans décomposition à 283°-286°. L'éther acétique correspondant distille à 185°-188° (H = 30^{mm}).

» *Substitutions dans le noyau aromatique.* — L'acide nitrique fournit aisément un dérivé mononitré fusible à 121° (Vorländer). Plusieurs cristallisations successives dans des solvants différents m'ont toujours donné le même corps fondant à 121°. D'où il suit, d'une façon certaine, que, dans la nitration, un seul dérivé nitré prend naissance.

» Quelle en est la constitution? Toute idée de substitution dans le noyau oxygéné étant écartée *a priori*, la théorie prévoit l'existence de deux dérivés mononitrés de l'éthane-pyrocatéchine :

$$(3)\ (AzO^2)C^6H^3\begin{cases} O - CH^2 \ (1) \\ O - CH^2 \ (2) \end{cases} \quad \text{et} \quad (4)\ (AzO^2)C^6H^3\begin{cases} O - CH^2 \ (1) \\ O - CH^2 \ (2 \end{cases}.$$

» Aucun dérivé de l'éthane-pyrocatéchine n'étant encore connu, la question a été longue et délicate à résoudre. La méthode suivie a été la suivante.

» D'une part, l'aldéhyde protocatéchique, dont la constitution est connue, a été transformée en éther éthylénique correspondant, celui-ci en oxime, et l'oxime en nitrile.

» D'autre part, la nitroéthane-pyrocatéchine a donné par réduction une amine, puis celle-ci un nitrile, qui a été comparé au précédent.

» *Aldéhyde éthane-protocatéchique* ou *homopipéronal*. — Ce composé

$$(4)(CHO)C^6H^3\begin{cases} O - CH^2 \\ O - CH^2 \end{cases}$$

s'obtient aisément en faisant réagir le bromure d'éthylène sur l'aldéhyde protocatéchique disodée. Comme ce produit nouveau se trouve être l'homologue immédiatement supérieur du pipéronal, je l'appellerai *homopipéronal*. Il cristallise en longues et fixes aiguilles blanches, brillantes, soyeuses, fondant à 50°-51°,5; il distille sans décomposition à 299°. Son odeur est fine et agréable. Ce corps n'a pas encore été rencontré dans la nature.

» La phénylhydrazone correspondante $C^9H^8O^2 = Az^2HC^6H^5$ fond à 107°-108°; l'oxime $C^9H^8O^2 = AzOH$ fond à 75°-75°,5; le nitrile qui en dérive par déshydratation $C^8H^7O^2CAz$ cristallise en fines aiguilles, fusibles à 105°.

» *Base* $(AzH^2)C^6H^3.O^2C^2H^4$. — Elle prend naissance dans la réduction par le chlorure stanneux de la nitroéthane-pyrocatéchine. C'est une huile lourde, épaisse, insoluble dans l'eau, distillant exactement à 162° ($H = 9^{mm}$).

» Le chlorhydrate $HCl.AzH^2.C^6H^3.O^2C^2H^4$ se décompose à partir de 220°, et le picrate $(AzH^2C^6H^3.O^2C^2H^4).C^6H^2(OH)(AzO^2)^3$ à partir de 180°. Le chloroplatinate $(HCl.AzH^2C^6H^3.O^2C^2H^4)^2PtCl^4$ fond à 213° (corr.) en se décomposant.

» Le diazoïque, traité par le cyanure cuivreux, donne un nitrile complètement identique au nitrile homopipéronylique qui se forme dans la déshydratation de l'homopipéronaloxime (voir plus haut). L'acide provenant de sa saponification fond à 137°.

» La constitution de la nitroéthane-pyrocatéchine et de tous ses dérivés découle immédiatement de cette étude; les groupes substituants dans le noyau aromatique (AzO^2, AzH^2, CAz, CO^2H sont situés en position (4). Ce fait définit nettement l'influence du noyau oxygéné sur le noyau aromatique.

» Rappelons que l'éther diméthylique de la pyrocatéchine, nitré dans des conditions analogues (1), conduit à un dérivé de constitution analogue, le groupement AzO^2 se plaçant en position para par rapport à l'une des deux fonctions éther-oxyde.

» *Conclusions*. — L'éthane-pyrocatéchine se comporte, à la stabilité près, comme un éther dialcoolique ordinaire d'orthodiphénol, et l'influence sur le noyau aromatique de la fonction éther-éthylénique, qui forme à elle seule le noyau oxygéné, est analogue à celle de deux fonctions éther-oxyde à chaîne ouverte.

» Il est bon de faire remarquer, à ce propos, combien est différente l'action réciproque des deux noyaux benzéniques du naphtalène, le nitronaphtalène obtenu par nitration directe étant, non pas un dérivé (4) comme dans le cas précédent, mais un dérivé (3). »

---

(1) Ch. Moureu, *Sur la vératrylamine* (*Comptes rendus*, 1896).

ZOOLOGIE. — *Sur la présence de l'Anguille commune en haute mer.* Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Blanchard.

« Dans les collections que S. A. S. le Prince Albert de Monaco a communiquées au laboratoire d'Ichtyologie du Muséum d'Histoire naturelle, se trouve un Poisson, que rendent curieux les circonstances dans lesquelles il a été pris par M. le capitaine Chaves, directeur de l'observatoire de Punta Delgada. Il a été retiré par celui-ci de l'estomac d'un Cachalot et, on le sait, ces Cétodontes se nourrissent d'animaux inférieurs, surtout de Céphalopodes, dont on rencontre les débris dans leur tube digestif, à l'exclusion, semblait-il, de toute autre proie.

» Ce Poisson, anguilliforme, est long d'environ 90^{cm} et de la grosseur du bras ; son poids peut être estimé à 1500^{gr} ou 2000^{gr}; l'action des sucs digestifs l'a peu altéré, aussi est-il possible d'en déterminer très exactement les caractères. C'est un Apode; le tissu osseux, examiné sur une côte et sur l'apophyse transverse d'une vertèbre, présente de véritables ostéoplastes; le vomer est intimement soudé avec les intermaxillaires en une masse unique et les maxillaires, très allongés, armés de dents fines et égales, entrent dans la composition de la mâchoire supérieure, particularités qui conviennent très exactement au sous-ordre auquel je rapporte ce Poisson; il ne présente pas d'ailleurs de nageoires ventrales ; les pectorales, bien distinctes, sont placées en arrière d'un orifice branchial étroit, latéral.

» Pour la détermination du genre, un caractère important se tire de la présence d'écailles de la forme habituelle dans ce groupe, quand elles s'y rencontrent, c'est-à-dire du type sous-épidermique. Cinq genres peuvent être cités comme pourvus de ces organes : *Simenchelys, Ilyophis, Histiobranchus, Synaphobranchus, Anguilla.* Pour les trois premiers, la nageoire dorsale commence très en avant, au-dessus de la pectorale ou très peu après elle; ici son origine est à 27^{cm} du rostre, c'est-à-dire vers le tiers antérieur du corps, à plus de deux longueurs de tête en arrière de l'orifice branchial. Les *Synaphobranchus* ont les orifices branchiaux réunis dans une fossette commune sur la ligne médio-ventrale. C'est donc au genre *Anguilla* qu'appartient l'individu ici étudié, les autres caractères venant d'ailleurs confirmer cette conclusion. Il doit même, sans entrer dans de plus amples détails, être assimilé à l'Anguille vulgaire (*Anguilla anguilla* Linné).

» Cette capture, dans de telles circonstances, non seulement confirme le fait incontesté que l'Anguille descend à la mer, mais encore montre que dans certains cas elle s'y avance assez loin pour devenir la proie d'animaux qui ne vivent qu'au large, comme les grands Cétacés. D'autre part, plusieurs ichthyologistes ont supposé que les individus de taille exception-

nelle, dépassant le poids de 500gr à 800gr, qui se rencontrent de temps à autre dans les étangs, devaient être regardés comme des femelles stériles sédentaires dans les eaux douces; l'observation du capitaine Chaves parlerait contre cette hypothèse.

» En raison de l'obscurité qui entoure encore le mode de reproduction de cette espèce, le fait mérite de fixer l'attention, car on n'en a pas cité, je crois, d'analogue, la présence des Anguilles dans leur migration annuelle n'ayant été constatée jusqu'ici, en eau salée, qu'à l'embouchure des cours d'eau et dans les régions absolument littorales, jamais en pleine mer. Peut-être font-elles alors partie de cette faune pélagique, qui ne paraît jamais à la surface et de même ne touche jamais le fond, faune dont les découvertes déjà faites par S. A. S. le prince Albert de Monaco, dans des circonstances analogues (1), permettent aujourd'hui d'entrevoir l'existence. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement d'*Alpheus minus *Say*. Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Chez certains Alphéidés, le développement de la larve peut être, dans la même espèce, avancé ou retardé, suivant les individus et les conditions dans lesquelles ils se trouvent, ainsi que j'ai pu m'en assurer en comparant, sous ce rapport, des spécimens d'*Alpheus minus* (Say) de la mer des Antilles et d'autres recueillis dans le golfe de Californie, à l'île de San José.

» Chez les premiers, le développement est très abrégé. Ainsi que l'ont vu Brooks et Herrick sur des exemplaires (2) vivant aux îles Bahama en commensaux d'une Éponge, la larve possède, au sortir de l'œuf, tous les

(1) *Notes sur un Cachalot* (*Bull. Muséum Hist. nat.*, t. I, p. 305; 24 décembre 1895).

(2) Brooks et Herrick (*Mem. of the national Acad. of Sciences*, Washington, vol. V; 1891) nomment cette espèce *Alpheus Saulcyi*, var. *brevicarpus*. J'ai signalé son identité avec les types d'*Alpheus minus* Say, conservés au British Muséum, et montré qu'il convenait de la ranger avec les formes analogues, dans le genre *Synalpheus* sp. Bate (H. Coutière, *Bulletin de la Société entomologique*, nos 7 et 8, 1898). L'espèce décrite et figurée par Brooks et Herrick (*loc. cit.*, Vol. I, p. 465) sous le nom de *A. minus* ou de *A. minor* n'est synonyme ni de *Synalpheus minus* Say, ni de *Alpheus minor* de Haan. Elle est vraisemblablement très voisine de *A. Packardi* Kingsley et de *A. Bermudensis* Bate.

appendices de l'adulte. Les deux premières paires de pattes thoraciques sont munies de pinces didactyles, la paire antérieure étant, comme chez l'adulte, nettement asymétrique. Toutes, sauf la cinquième paire, portent un exopodite. J'ai constaté la parfaite exactitude de ces faits sur un spécimen long de 43^{mm} et portant environ 170 œufs sur le point d'éclore. Le plus grand diamètre de ceux-ci est $1^{mm},75$; la larve mesure près de 4^{mm} entre le bord antérieur des pédoncules oculaires et l'extrémité du telson (1).

» Parmi les exemplaires d'*Alpheus minus* provenant de San José, se trouvent plusieurs femelles dont l'une, longue de 40^{mm}, porte près de 400 œufs en voie d'éclosion. Les larves, dont beaucoup ont l'abdomen et les appendices normalement étendus, mesurent seulement $2^{mm},5$ et sont dans un état de développement beaucoup moins avancé que les précédentes.

» Les pattes thoraciques des paires 1, 2 et 5 existent seules à l'état de rudiments. Les deux premières sont formées d'un endopodite et d'un exopodite presque égaux, l'un et l'autre cylindriques et sans divisions apparentes. Le rudiment de la cinquième paire est, comme chez la plupart des *Lucyphotes* (Boas), dépourvu d'exopodite. L'abdomen, dont tous les segments sont distincts, ne possède encore aucun appendice. Les rames externes des uropodes sont seules visibles par transparence sous la cuticule du telson.

» Les larves de cette femelle recueillie à San José sont celles qu'on observe normalement chez la plupart des espèces d'*Alpheus*. Elles se distinguent déjà, cependant, par une légère accélération du développement : la zoë habituelle d'*Alpheus* ne possède que les rudiments des pattes thoraciques 1 et 5, le sixième segment abdominal n'est pas encore distinct du telson et ne porte aucune trace des uropodes.

» Ce cas remarquable de pœcilogonie chez *Alpheus minus* Say, est à rapprocher des différences de même ordre signalées par Boas (*Zool. Jahrb. System.*, Bd 4, p. 793; 1889) entre les variétés de *Palæmonetes varians* habitant soit les eaux douces, soit la mer. Toutefois, les adultes d'*Alpheus minus*, séparés seulement par une légère diversité d'habitat (2), sont rigoureusement identiques jusque dans les moindres détails, tels que le point de

---

(1) Cet Alphée avait été trouvé, avec plusieurs autres de la même espèce, par l'expédition du *Blake* à Key-West, par 1 ou 2 brasses de profondeur. J'ignore si ces crustacés vivaient en commensaux d'une Éponge.

(2) Les exemplaires de San José ont été recueillis dans les Madrépores de cette localité par M. Léon Diguet, voyageur du Muséum.

bifurcation du fouet externe antennulaire et le nombre de rangées obliques de soies sur le cinquième propodite.

» Je crois nécessaire d'insister sur cette identité, en raison du cas beaucoup plus complexe signalé par Brooks et Herrick (*loc. cit.*, pp. 365, 378, Pl. 16 à 20), chez *Alpheus heterochelis* Say. La larve de cette espèce qui, à Nassau (Bahama), est une zoë ordinaire d'*Alpheus* est, d'après ces auteurs, tout à fait différente à Beaufort (North Carolina) par le nombre et le mode d'apparition des appendices présents. Enfin, d'après Packard (*Amer. Natur.*, Vol. XV; 1881), *A. heterochelis* de Key-West, vivant comme *A. minus*, dans les Éponges, éclôt de même, avec tous les appendices de l'adulte. Ces remarquables observations demanderaient à être précisées par les diagnoses rigoureuses des adultes. Les spécimens de Nassau et de Beaufort sont déjà, d'après Herrick, deux variétés distinctes, et peut-être faut-il voir, dans *A. heterochelis* de Key-West (Packard) une forme voisine plus distincte encore, *Alpheus microrynchus* de Man (*Zool. Jahrb. Syst.*. Bd. 9, p. 752; 1897), possédant des œufs en petit nombre, volumineux, et dont le développement est indubitablement très abrégé. »

BOTANIQUE. — *Origine de la structure des lenticelles*. Note de M. **Henri Devaux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les lenticelles ont été étudiées par un assez grand nombre d'auteurs, parmi lesquels Hugo Mohl (1), Trécul (2), Stahl (3), Haberlandt (4), Klebahn (5), etc. ont publié les travaux les plus importants. Il est admis aujourd'hui que les lenticelles sont des petites plages de périderme poreux, c'est-à-dire des régions étroites dans lesquelles le liège et le phelloderme sous-jacent possèdent des méats entre leurs cellules.

» L'activité de l'assise génératrice (phellogène) y est, du reste, plus considérable, de telle sorte que cette assise donne, en dehors, un liège

(1) Hugo Mohl, *Flora*, 1836, et *Verm. Schriften*, 1845.

(2) Trécul, *Comptes rendus*, t. LXXIII; 1871.

(3) Stahl, *Entwickelungsgeschichte und Anatomie der Lenticellen* (*Bot. Zeitung*; 1873).

(4) Haberlandt, *Beiträge zur Kenntniss der Lenticellen* (*Sitzungsberichte der K. Akad. der Wiss. in Wien*, Bd. 72; 1875).

(5) Klebahn, *Die Rindenporen* (*Inaug. Dissert.*, Iéna, 1884).

plus épais, en dedans un phelloderme également plus épais, d'où résulte une forme de lentille biconvexe.

» Stahl appelle les cellules du liège lenticellaire des *cellules comblantes*. Ces cellules forment, en effet, dans la lenticelle, une masse qui la remplit et déborde au dehors; elles présentent ce caractère d'être tardivement subérifiées et moins que celles du vrai liège. Ce ne serait que de temps à autre, à la fin de la période végétative ou plusieurs fois dans l'année, que l'assise génératrice donnerait naissance à un liège plus dense, comparable au liège ordinaire, et formant ce que Stahl appelle les *couches de fermeture* et les *raies intermédiaires*. Klebahn a reconnu, en particulier, ce fait important que jamais les cellules comblantes ne sont subérifiées. Il les regarde, du reste, ainsi que Stahl, comme formées *par un cloisonnement centripète de l'assise génératrice,* et les assimile, à cause de cela, au phelloïde de von Höhnel, c'est-à-dire à un vrai liège non subérifié, intercalé au milieu du liège subérifié.

» J'ai repris l'étude du développement et de l'évolution des lenticelles, et j'ai pu me convaincre que l'opinion devenue classique à ce sujet est le plus souvent erronée. Dans presque tous les cas, *les cellules comblantes représentent du phelloderme plus ou moins transformé et non pas du liège non subérifié*. L'ancienne assise génératrice a cessé de fonctionner et il s'en est formé une nouvelle à une certaine profondeur, rejetant une portion du phelloderme qui produit les cellules comblantes. En un mot, *les lenticelles sont de petites plages, comparables au rhytidome, présentant des péridermes successifs*, mais avec cette particularité que les nouveaux cloisonnements se produisent en général dans le phelloderme et non dans l'écorce primaire. De nouveaux cloisonnements apparaissant au milieu d'une file radiale de cellules, si l'on n'assiste pas au début même de ces cloisonnements nouveaux, il ne vient pas à la pensée qu'un déplacement ait pu se faire : la nouvelle assise génératrice est prise pour l'ancienne et les cellules du phelloderme situées au-dessus sont prises pour de jeunes cellules de liège issues d'un cloisonnement très rapide. L'erreur est d'autant plus facile à faire que très souvent les cellules phellodermiques ainsi rejetées sont hypertrophiées et devenues méconnaissables. L'ancien phellogène subit du reste le même sort, ce qui achève de rendre l'erreur à peu près inévitable si l'on n'a pas suivi tout le développement.

» La réalité des changements que j'indique ici a pu être établie sur un ensemble de faits concordants, parmi lesquels je citerai les suivants :

» 1° Dans certaines plantes (exemple : *Salix Coriaria*), toutes les lenticelles

situées en haut des branches vigoureuses éclatent largement au printemps, et il s'établit une nouvelle assise génératrice très profonde, taillée à la fois dans l'écorce primaire (sous le milieu de la lenticelle) et dans le phelloderme (sur les côtés). Ces inclusions d'écorce primaire démontrent amplement le déplacement de l'assise génératrice.

» 2° Sur ces mêmes plantes et sur beaucoup d'autres on trouve des lenticelles s'ouvrant moins complètement; le phelloderme, souvent très épais en hiver, y devient subitement beaucoup plus mince au printemps, principalement au milieu de la lenticelle, juste dans la région où il se trouvait le plus épais. Ce fait avait été observé par Klebahn qui en avait soupçonné la cause sans s'y arrêter.

» 3° En examinant des lenticelles au printemps, à un moment favorable, on peut assister aux premiers débuts du cloisonnement : dans certaines files cellulaires du phelloderme on ne voit encore aucun changement; dans d'autres, une ou deux cellules situées à une certaine distance de l'ancien phellogène commencent à grandir et à se cloisonner : c'est le début de la nouvelle assise génératrice. Ces faits s'observent aussi bien quand il n'y a pas hypertrophie partielle du phelloderme (*Quercus*) que lorsque celle-ci a lieu (*Coriaria, Sambucus*).

» 4° On peut, dans quelques cas particulièrement favorables, rencontrer des lenticelles où l'hypertrophie du phelloderme est déjà notable sur plusieurs assises, *sans aucun cloisonnement au-dessous*. L'ancien phellogène lui-même est ainsi hypertrophié; chacune de ses cellules devient une cellule comblante (*Gleditschia*, etc.).

» On rencontre, à côté, d'autres lenticelles un peu plus avancées, montrant les nouveaux cloisonnements à la limite interne des cellules hypertrophiées.

» 5° En plaçant des rameaux dans l'eau, ou plus simplement dans l'air humide, on voit, au bout de peu de jours, une hypertrophie considérable se produire : c'est aux dépens des cellules du phelloderme. Chaque cellule s'allonge énormément vers l'extérieur, de sorte que la masse entière devient tellement volumineuse, qu'elle fait hernie au dehors, après avoir brisé les couches de fermeture. L'hypertrophie peut gagner même l'écorce primaire; au début, on n'observe aucun cloisonnement, mais les cellules profondes, peu ou point hypertrophiées, se cloisonnent bientôt sur une, deux ou trois assises, donnant ainsi une nouvelle zone génératrice.

» Ces derniers faits, observés sur un grand nombre de plantes, apportent une démonstration expérimentale absolument décisive. Ils montrent que les cellules du phelloderme sont capables de s'hypertrophier et de se cloisonner avec la plus grande facilité, *et que la lenticelle est une petite région en voie de continuelle accommodation aux conditions d'humidité extérieure.*

» J'ai pu, du reste, par cette voie expérimentale, obtenir sur quelques sujets des lenticelles présentant simultanément deux ou trois assises génératrices superposées.

» L'assise génératrice nouvelle, quelle que soit la profondeur à laquelle elle s'est établie, donne des cellules nouvelles, surtout vers l'intérieur, par cloisonnement centrifuge, de sorte qu'au bout de quelque temps le phello-

derme a repris son épaisseur primitive. Toutefois, il se produit aussi quelques cellules vers l'extérieur, *et ces cellules subérifient presque toujours immédiatement leurs membranes*. Ce sont ces cellules subérifiées qui représentent seules le véritable liège lenticellaire.

» Conclusions. — 1° *L'assise génératrice des lenticelles n'est pas ordinairement une assise permanente. Elle cesse de fonctionner en se transformant tandis qu'il s'en établit une nouvelle plus profonde dans le phelloderme, assez souvent aussi dans l'écorce primaire.*

» 2° *Les cellules arrondies ou allongées qui remplissent fréquemment les lenticelles, et que l'on regarde généralement comme un liège non subérifié, représentent en réalité du phelloderme modifié inclus au milieu de péridermes successifs.*

» 3° *Le seul vrai liège des lenticelles, à développement centripète, est représenté par les couches appelées* raies intermédiaires *ou* couches de fermeture, *c'est-à-dire par des cellules subérifiées beaucoup plus intimement unies que les cellules comblantes et ayant les caractères essentiels du véritable liège.* »

BOTANIQUE. — *Sur l'origine du thalle des Cutlériacées.* Note de M. **C. Sauvageau**, présentée par M. Guignard.

« Le thalle des *Cutleria* et des *Zanardinia* a une structure bien particulière, puisqu'on pourrait le comparer à des filaments d'*Ectocarpus* soudés latéralement; mais, malgré les recherches entreprises sur ce sujet, on ignore complètement comment il prend naissance, et les observations faites sur la germination des éléments reproducteurs sont loin d'être concordantes (1).

» On sait que deux types de germination ont été obtenus : celui de Thuret et celui de M. Falkenberg. Le développement parthénogénétique des oosphères du *Cutleria multifida* a donné à Thuret des plantules ressemblant à un très jeune *Ectocarpus*, mais on ignore leur sort ultérieur. Il semble que M. Reinke a obtenu quelque chose de semblable à Naples avec les oosphères fécondées des *Zanardinia*, aussi bien qu'avec les zoospores de la même plante. Mais, d'après M. Falkenberg, les oosphères du *Cutleria*

(1) C. Sauvageau, *Remarques sur la reproduction des Phéosporées et en particulier des* Ectocarpus (*Ann. Sc. nat.*, VIII^e série, t. II; 1896).

multifida ne germent à Naples qu'après avoir subi la fécondation; elles donnent des plantules à croissance lente, composées d'un petit prothalle dressé, à la base duquel se développe une lame perpendiculaire qui ne peut nullement être comparée à un *Cutleria,* et l'auteur admet qu'elle deviendra ultérieurement un *Aglaozonia.* Il y aurait alternance de génération et l'*Aglaozonia* serait la forme asexuée du *Cutleria*. M. Falkenberg ayant obtenu ces plantules en grande abondance, sans jamais voir la forme figurée par Thuret, soupçonne Thuret de s'être trompé et d'avoir représenté des germinations d'*Ectocarpus* et non de *Cutleria*. Tout récemment, M. Church a obtenu à Plymouth la forme falkenbergienne de germination par le développement parthénogénétique des oosphères de ce même *Cutleria multifida,* et des filaments dressés portant des anthéridies par la germination de zoospores d'*Aglaozonia reptans,* filaments comparables à la variété *confervoides* du *C. multifida* rencontré à Helgoland par M. Kuckuck.

» Le *Cutleria adspersa* a été étudié par M. de Janczewski à Antibes en 1883. Pour lui, les seules oosphères fécondées germent; elles donnent un petit prothalle à symétrie dorsiventrale, qui ne semble pas devoir produire d'expansion latérale comme celui des cultures de M. Falkenberg.

» J'ai observé le *Cutleria adspersa* à Guéthary (Basses-Pyrénées) (1), et comme le très lent développement des germinations des *Cutleria* dans les cultures, signalé par tous les auteurs précédents, dépend probablement des conditions imparfaites d'existence auxquelles on les soumet, j'ai pensé à chercher des plantules développées dans la nature. En effet, sur les thalles même du *Cutleria*, j'ai trouvé en avril et en mai les deux formes de germination, vivant en épiphytes, celle de Thuret et celle de M. Falkenberg; elles croissent isolées ou pêle-mêle, sur les thalles mâles ou femelles, sur les sores ou sur les espaces stériles.

» A. — Le dessin publié par Thuret correspond parfaitement à la réalité. Un filament de germination se dresse, tout à fait semblable alors à un filament d'un jeune *Ectocarpus;* bientôt, quelques-unes de ses cellules inférieures émettent chacune une branche monosiphoniée, qui s'élève parallèlement au premier filament et contre lui; puis, ces branches se ramifient de même et adhèrent l'une à l'autre par leur base. La plantule, attachée au substratum par quelques rhizoïdes devenant de plus en plus nombreux, est alors formée par une sorte de tige compacte due à la soudure des branches dressées, terminée par un bouquet de filaments libres, identiques aux cils qui bordent le thalle du *Cutleria*, chacun des cils étant l'extrémité d'une des branches.

---

(1) C. Sauvageau, *Note préliminaire sur les Algues marines du golfe de Gascogne* (*Journal de Botanique,* t. XI, 1897).

Au fur et à mesure que la tige grossit, par augmentation du nombre des branches dressées et soudées, la partie libre s'étale, s'évase, et la plantule se termine alors par un petit entonnoir formé par les cils, soudés eux-mêmes inférieurement. Bientôt, la tige compacte ne s'accroît plus en longueur ni en largeur, les cils se ramifient à leur base et dans le même plan, de sorte que l'entonnoir s'élargit progressivement, en même temps qu'il s'allonge par le cloisonnement transversal simultané de chacun des cils. Si l'accroissement est parfaitement régulier, la plantule devient un entonnoir à section circulaire, à bord cilié et porté par un pied solide, mais souvent il se déchire suivant une génératrice, et s'étale en une lame triangulaire, parfois aussi en deux ou trois lames triangulaires. Cette déchirure se produit d'ailleurs nécessairement plus tôt ou plus tard. Quoi qu'il en soit, à partir de ce moment, la plantule possède tous les caractères d'un thalle jeune de *Cutleria adspersa*.

» B. La forme décrite par M. Falkenberg se retrouve aussi parfaitement caractérisée et à tous les états du développement. Les premiers états sont de petites colonnettes dressées perpendiculairement au substratum, fixées par quelques crampons, et dont le cloisonnement est d'abord uniquement transversal; elles correspondent tout à fait aux plus jeunes plantules représentées par M. de Janczewski; puis, apparaissent des cloisonnements longitudinaux et un ou parfois deux poils terminaux. Un bourgeonnement unilatéral des cellules de la colonnette, ou des cellules situées tout près de la base, produit une lame rampante qui s'accroît par sa périphérie à la manière d'un *Aglaozonia*, de telle sorte que la colonnette, totalement excentrique, semble insérée à l'extrémité de cette lame. Assez généralement, une touffe de poils apparaît sur la lame rampante tout près de la base; plus tard, d'autres se développent à sa surface. Les plus grandes lames rampantes que j'ai vues jusqu'à présent atteignent un millimètre à un millimètre et demi; elles s'appliquent sur le substratum sans s'y attacher, et sont fixées seulement par les rhizoïdes de la colonnette; celle-ci est sans doute destinée à disparaître ultérieurement, car elle se brise facilement à sa base.

» Les deux sortes de germinations sont toujours nettement distinctes, et il n'y a jamais de formes de passage entre elles.

» Les observations précédentes prouvent: 1° que les germinations obtenues par Thuret, bien loin d'être dues à une erreur, étaient au contraire le début d'un vrai thalle de *Cutleria;* les thalles du *Cutleria multifida* et du *Cutleria adspersa* se développent donc de la même manière, et celui du *Zanardinia*, qui a la même structure, a nécessairement aussi la même origine; l'affinité que j'ai indiquée (*loc. cit.*) entre les *Cutleria* et les *Ectocarpus* est confirmée par cette étude; 2° que les germinations obtenues par M. Falkenberg ne sont pas limitées à des cultures de laboratoire, mais se retrouvent aussi dans la nature; 3° que les deux modes de germination ne sont pas dus à des différences de lieu, de saison, ni de température, puisqu'on les rencontre simultanément et côte à côte sur un même substratum.

» Par contre, ces observations nous laissent dans l'ignorance sur la nature des éléments reproducteurs qui produisent ces plantules, mais je

publierai prochainement les résultats que j'ai obtenus dans mes expériences. »

BOTANIQUE. — *Sur le* Septoria graminum *Desm., destructeur des feuilles du Blé*. Note de M. **L. Mangin**, présentée par M. Guignard.

« Parmi les diverses espèces de Champignons que l'on trouve sur les feuilles du Blé et des autres céréales, diverses espèces de *Septoria*, notamment le *Septoria graminum* Desm., ont récemment attiré l'attention.

» Considérée d'abord comme un saprophyte développé sur des feuilles languissantes ou parvenues au terme de leur existence, cette espèce, fréquente au printemps sur les feuilles des Blés d'hiver, a été rangée au nombre des parasites par M. Frank (1) dans une revision des Champignons des céréales; un de ses élèves, M. Krüger (2), a essayé de fournir la démonstration expérimentale du parasitisme. Les essais entrepris ont bien montré une altération des points inoculés, mais, malgré les précautions prises pour assurer la pureté des semis, le résultat demeure incertain. M. Krüger n'ayant pas obtenu les fructifications du *Septoria graminum*.

» J'ai pu cette année, grâce à l'obligeance de M. Brandin, membre de la Société nationale d'Agriculture, qui dirige avec tant de succès une exploitation importante à Galande (Seine-et-Marne), faire des observations complètes sur le parasitisme de cette espèce.

» L'hiver doux et pluvieux que nous venons de traverser a été favorable à l'extension des parasites, car, dès le commencement de février, je trouvais déjà un grand nombre de feuilles remplies de pycnides avec des spores en bon état de germination.

» L'examen des feuilles a révélé la présence exclusive d'un *Septoria* dont les pycnides sont plus du double de celles que M. Frank signale pour le *S. graminum;* elles atteignaient 160$^{\mu}$ à 200$^{\mu}$, mais les spores sont semblables à celles de cette espèce. La dimension des pycnides n'est pas, comme nous le verrons plus loin, un caractère aussi constant que l'indique la description de Desmazières (3).

---

(1) Frank, *Die unseren deutschen Getreidepilze* (*Beriche d. D. Bot. Gesells.*, Bd. 13; 1895).

(2) Krueger, *Beiträge zur Kenntniss von Septoria graminum* (*Berichte d. D. Bot. Gesells.*, Bd. 13; 1895).

(3) J.-B. Desmazières, *Dixième Notice sur quelques plantes cryptogames, la pla-*

» Ces pycnides s'ouvrent au-dessous des stomates pour laisser échapper les spores filiformes, flexueuses, homogènes. L'épiderme des parties envahies, traité par les réactifs iodés, montre çà et là, parfois en grand nombre, des taches incolores ou à peine colorées portant au centre une, parfois deux perforations complètes représentant, sans aucun doute, la voie d'introduction des filaments mycéliens.

» Les spores germent facilement et forment en même temps, comme M. Krüger l'a montré, des tubes mycéliens et des spores secondaires ou sporidies, les variations du milieu de culture déterminant la prédominance de la forme mycélienne ou de la forme dissociée.

» A plusieurs reprises, en février et en mars, j'ai semé sur le Blé des spores de *Septoria* recueillies en isolant les pycnides mûres et en les plaçant dans l'eau distillée bouillie. Les feuilles de Blé étaient maintenues appliquées contre des fragments de papier à filtrer, humectés avec l'eau contenant les spores. Au bout de trois à cinq jours, les feuilles examinées étaient couvertes de spores en voie de germination, les unes produisant des filaments mycéliens, d'autres les spores secondaires. Seules, les spores ayant formé un mycélium ont pénétré dans la plante hospitalière; les hyphes sécrètent sans doute une substance très active qui fait disparaître la cellulose autour du point attaqué et facilite la perforation de l'épiderme. L'action novice exercée par les filaments mycéliens est si rapide que les cellules épidermiques n'ont pas le temps de sécréter une gaine plus ou moins épaisse de cellulose constituant, pour d'autres Champignons du Blé, une protection parfois efficace contre l'invasion.

» Enfin, le 17 avril, j'ai semé de nouveau les spores sur des plantules de Blé au moyen d'un pulvérisateur déposant l'eau qui les tenait en suspension sous la forme de fines gouttelettes; pendant trois jours, les plantules ont été recouvertes d'une cloche destinée à supprimer l'évaporation de l'eau et à favoriser la germination et l'infection. Sept jours après, le 24 avril, toutes les feuilles développées au moment des semis ont commencé à jaunir; les taches jaunes, d'abord petites et nombreuses, donnaient aux pousses de Blé un aspect panaché particulier; bientôt la teinte jaune s'est étendue et la teinte verte a disparu.

» Enfin, le 30 avril, les feuilles ont pris par place, soit à l'extrémité, soit en un point de leur longueur, une teinte blanchâtre et, au milieu des

---

part inédites, récemment découvertes en France (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 2e série, t. XIX, p. 335).

cellules mortes, les pycnides caractéristiques du *Septoria graminum* font leur apparition.

» Ces pycnides sont d'abord invisibles à l'œil nu; elles ont au maximum 100μ de diamètre; leur dimension moyenne oscille autour de 85μ; à cet état, elles répondent bien à la description qu'en a donnée Desmazières; plus tard elles deviennent volumineuses et atteignent les dimensions que j'ai signalées pour les Blés récoltés à Galande.

» La preuve du parasitisme du *Septoria graminum* est donc faite et, en même temps, l'influence des pluies prolongées de l'hiver et du printemps sur la propagation de ce parasite est mise en évidence par les essais d'inoculation. Le contraste frappant que présentent les plants inoculés, à pousses chétives, à feuilles étroites et jaunies, vis-à-vis des plants témoins, à pousses vigoureuses, à feuilles larges, d'un vert foncé, donne une idée des ravages que peut exercer le *Septoria graminum* sur les champs de Blé en hiver et au printemps. »

HISTOLOGIE. — *Insertion, sous forme de revêtement épithélial continu, des pieds des fibres névrogliques sur la limitante marginale d'un névraxe adulte.* Note de M. **J. Renaut**, présentée par M. A. Chauveau.

« I. J'ai démontré, dès 1882 (1), que la névroglie, tenue jusque-là pour une variété particulière du tissu conjonctif, n'est autre chose qu'une formation épithéliale pure et simple. Les histologistes s'étant à peu près tous rangés à ma manière de voir, je ne reviendrais pas sur le sujet si le récent travail de Weigert (2) n'avait rouvert la question. Par sa méthode, il teint en bleu pur toutes les fibres de la névroglie, tandis qu'en revanche toutes les cellules de celle-ci restent incolores. Les fibres névrogliques et les cellules semblent donc répondre à deux formations distinctes ou du moins devenues indépendantes, exactement comme dans un tissu conjonctif. Le problème de la signification de la névroglie en tant que tissu et des fibres névrogliques en tant qu'éléments de ce même tissu se trouve donc posé une fois de plus. Les faits que je vais exposer contribueront, je l'espère, à avancer de beaucoup la solution définitive.

---

(1) J. Renaut, *Recherches sur les centres nerveux amyéliniques* : I. *La névroglie et l'épendyme* (*Arch. de Physiologie*, avril 1882).

(2) C. Weigert, *Beiträge zur Kenntniss der normalen menschlichen Neuroglia* (*Festschrift, etc.*; Frankfurt a. M., 3 nov. 1895).

» II. Il me faut tout d'abord rappeler des faits connus pour faire comprendre les faits nouveaux. On sait que le dispositif de soutien, représentant la névroglie, se réduit (ou peu s'en faut), dans la portion du névraxe répondant à la rétine, aux *fibres de Müller*, qui sont au premier chef des cellules épithéliales; car elles traversent le neuro-épithélium de part en part, en insérant leur pôle libre sur la limitante externe, et leurs pieds arqués sur la limitante interne où ils interceptent les champs bien connus, polygonaux, inégaux, sans noyau, mis en évidence dès 1863 par Schelske (1) par la méthode de l'argent. Sur sa ligne de base, le neuro-épithélium rétinien est ainsi rendu continu, comme un épithélium ordinaire, par le concours jointif de tous les pieds de ses cellules de soutien, soudés par un ciment qui réduit le nitrate d'argent. La rétine étant une portion du névraxe, là donc où, sur la marge de celui-ci, on trouvera des champs de Schelske, on pourra conclure que chacun d'eux répond à l'insertion basale d'un pied soit unique, soit subdivisé en pieds secondaires, d'une cellule épithéliale dont le corps reste engagé dans le névraxe, et au fond homologue d'une fibre de Müller de la rétine.

» III. Cela posé, j'extrais du canal rachidien, entre deux incisions transversales, en le tirant comme d'un fourreau, un segment quelconque de la moelle rubanée d'une Lamproie vivante. Je le lave à l'eau distillée; puis je l'imprègne d'argent à l'aide du mélange osmio-picro-argentique et je le monte dans le baume, à plat, par les procédés ordinaires. Ce segment devenu transparent se montre imprégné d'argent sur toute sa surface, exactement à la façon de la limitante interne d'une rétine quelconque. La moelle est limitée sur sa marge et sur ses deux faces par un revêtement continu très élégant, constitué par des champs basaux caractéristiques, mais beaucoup plus petits que ceux de la limitante rétinienne. On peut répéter cette observation pour l'encéphale en l'imprégnant en bloc, puis en levant sur son pourtour des coupes tangentielles après l'avoir durci par l'alcool. Partout donc, à la limitante marginale du névraxe adulte, répond ici un revêtement continu, de signification épithéliale, *formé par des pieds de cellules juxtaposés entre eux et soudés jointifs par un ciment*. C'est là en somme ici encore le dispositif banal d'un épithélium de revêtement quelconque sur sa ligne de base.

» Sur les coupes transversales de la moelle imprégnée d'argent, on

(1) R. Schelske, *Ueber die Membrana limitans der menschlichen Netzhaut* (*Virchow's Archiv*, t. XXVIII, p. 482; 1863).

reconnaît d'autre part que chaque champ de Schelske répond à l'implantation perpendiculaire, sur la vitrée, du pied d'une fibre névroglique légèrement élargi en cône. De plus, on peut s'assurer que l'insertion des pieds se fait, non pas directement sur le tissu conjonctif, mais bien sur une membrane propre ou vitrée distincte. Un hasard heureux de dissociation m'a permis de dégager la vitrée, comme un pan d'étoffe libre, tout à la fois des champs dessinés par l'argent que la moelle emporte avec elle, et de la mince pie-mère vasculaire. C'est une membrane idéalement mince, élastique, transparente comme le verre et ne renfermant aucun noyau. En revanche, elle porte l'empreinte des pieds et de leurs champs ou plateaux basaux, sous forme de petits godets limités par des lignes brillantes sur lesquelles l'argent ne se réduit point du tout.

» On peut constater que la plupart des fibres névrogliques qui se terminent par un pied, répondant à un champ de Schelske, n'ont aucun rapport avec l'épithélium épendymaire et ne sont donc pas les terminaisons de ses forces radiales ou arquées. Elles vont s'engager dans le réseau serré des fibres et des cellules névrogliques de la substance grise et y rejoignent ces dernières cellules. D'autre part, la méthode du chromate d'argent met aisément en évidence la chute, directe ou indirecte sur la vitrée, de la majeure partie des fibres névrogliques issues des *astrocytes* étrangers au rang des cellules épendymaires bordant le canal central. Il en résulte qu'il faut conclure que toutes ces fibres, insérées sur la marge du névraxe par un pied terminé par un plateau basal soudé à ses voisins en ordonnance épithéliale, *ont à la fois la valeur de pieds de cellules épithéliales et celle de fibres névrogliques.* Les champs de Schelske sont d'ailleurs à la fois, de leur côté, si nombreux et si petits, qu'il saute aux yeux qu'il y en a au moins un pour insérer le prolongement basal d'insertion de toutes les cellules névrogliques renfermées dans le névraxe, si nombreuses soient-elles et à quelque catégorie qu'elles appartiennent. Je laisse pour le moment la question de savoir si, outre leurs pieds d'insertion ayant évolué en fibres névrogliques, les cellules de la névroglie en émettent d'autres qui se comporteraient autrement. Mais je conclurai que les cellules de la névroglie sont toutes sans exception des cellules épithéliales, puisqu'elles sont reliées à la vitrée du névraxe (du moins quand il s'achève sur son type primordial) par un ou plusieurs pieds d'insertion, différenciés en fibres névrogliques entre la cellule qui les émet et le plateau basal qui les termine. Il suit également de là que les fibres névrogliques ne sont pas des formations indépendantes des cellules névrogliques. Elles ne sem-

blent telles, probablement, sur les préparations faites par la méthode de Weigert, que parce que celle-ci vise *électivement* la différenciation histochimique qu'elles ont subie et à laquelle le corps cellulaire n'a pas participé. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Des microrganismes des vins tournés* (1). Note de MM. **F. Bordas, Joulin** et **de Raczkowski**, présentée par M. d'Arsonval (2).

« Dans une Note communiquée précédemment, nous avons exposé l'étude d'un bacille, le *bacillus roseus vini*, que nous avons rencontré tantôt seul, tantôt associé à divers autres microrganismes, dans un grand nombre de vins présentant les caractères des vins tournés.

» Ces microrganismes affectent, dans nos milieux de culture, les formes de filaments longs, courts ou épais, de bâtonnets, et enfin de coccis. Cultivés dans des conditions identiques de milieu et de température, les germes de chaque espèce se distinguent entre eux par leurs propriétés biologiques.

» Dans la Note que nous venons de rappeler, nous avons donné l'analyse de l'un des vins desquels nous avions isolé le *B. roseus vini*, en insistant sur ce fait qu'il se trouvait associé, dans ce vin, à un second bacille présentant également la forme filamenteuse, mais exerçant une action sur le tartre. C'est l'étude de ce bacille qui fait l'objet de la présente Communication.

» Nous l'avons isolé en ensemençant abondamment, avec du dépôt du vin, le milieu nutritif suivant :

Peptone.....	10,00
Sulfate d'ammoniaque	4,71
Phosphate d'ammoniaque ...	0,75
Sulfate de magnésie	0,10
Glucose.....	10,00
Eau	2000,00
Potasse	9,5 pour alcaliniser légèrement.

» Le liquide ensemencé a été maintenu à l'étuve à 37° jusqu'à ce qu'il se troublât nettement. On a effectué alors une série de passages dans des milieux obtenus en faisant varier la densité du liquide précédent, c'est-

(1) Travail fait au Laboratoire municipal.
(2) *Comptes rendus*, séance du 4 avril 1898.

à-dire dont on a ramené à 1500, 1000, 500 la proportion d'eau. Sans cette précaution, la culture reste languissante et ne donne pas de colonies sur milieu gélatiné. Ayant obtenu une culture suffisamment abondante par ce dernier passage, nous avons fait des ensemencements en stries (sans recharger le fil de platine) sur plaque dont le milieu nutritif était constitué par la solution de composition précédemment établie, additionnée de gélatine et de glycérine dans les proportions respectives de 10 pour 100. Les cultures ont été abandonnées à la température du laboratoire (environ 19°).

» Le développement du bacille s'est manifesté douze ou quinze jours après l'ensemencement par de très petits points brillants, incolores, réguliers, translucides, ne liquéfiant pas la gélatine, qui ont pris naissance sur le trajet de la strie. Plus tard, les colonies sont devenues opalescentes mais n'ont pas augmenté de volume. Nous avons ensemencé séparément dans notre milieu liquide celles qui se trouvaient suffisamment isolées les unes des autres.

» Le bacille se développe très lentement dans le milieu peptoné en donnant un léger trouble après huit ou dix jours d'ensemencement et à 37°. Il se présente au microscope sous la forme de filaments de longueur variable, 8^{μ} à 12^{μ}, et d'une largeur de $0^{\mu},8$. Ces filaments sont très mobiles, réunis souvent deux à deux et à angle droit; ils ne prennent pas le gram; transforment lentement les nitrates en nitrites; coagulent le lait après huit jours; ne possèdent pas de spores; ne donnent pas d'indol; résistent à une dessiccation de six mois; sont tués par une minute d'exposition à la température de 65°; les cultures en bouillon se stérilisent en une minute à 50°.

» En l'ensemençant dans le milieu peptoné dans lequel on a porté la proportion de glucose à 20^{gr}, remplacé le glucose par 10^{gr} de glycérine ou par 3^{gr} de tartre, l'examen des cultures faites au bout d'un mois a donné les résultats suivants :

		Glucose 20 pour 1000.	Glycérine 10 pour 1000.	Tartre 2,48 pour 1000.
Acidité totale en potasse	pour 1000	0,864	0,213	»
Acidité volatile	»	0,210	0,112	»
Acidité fixe	»	0,612	0,060	»
Acide carbonique	»	0,027	0,016	»
Glucose, glycérine et tartre	»	17,00	6,50	1,25

» Les acides volatils étaient constitués par de l'acide acétique, et les acides fixes par de l'acide lactique dans le milieu glycériné, tandis que

dans le milieu glucosé nous avons dosé 0,369 d'acide succinique qui a été nettement caractérisé. L'excédent d'acidité n'était certainement pas dû à de l'acide lactique. L'action du bacille sur la glycérine ne donne pas de dioxyacétone, contrairement à celle du *Bacillus roseus vini* qui en produit dans les mêmes conditions. Enfin nous n'avons pas observé la présence d'alcools.

» Ensemencé dans le vin, ce bacille le trouble, diminue l'intensité de sa couleur et produit, au bout de vingt jours, une sensible diminution du tartre et du glucose, ainsi qu'une légère augmentation de l'acidité. Il s'y développe très lentement et ce n'est certainement qu'après plusieurs mois que l'on peut espérer constater des différences bien appréciables dans la composition du liquide.

» Il est intéressant de comparer ses principales propriétés avec celles du *Bacillus roseus vini*, cultivés tous deux dans des conditions identiques. Il ne donne jamais de voile, se développe dans les milieux contenant plus de 3^{gr} de tartre par litre, agit faiblement sur le glucose et la glycérine, produit de l'*acide succinique* avec la première substance et ne donne pas de dioxyacétone avec la seconde. Le *B. roseus vini*, au contraire, se développe toujours en surface, ne cultive pas dans les liquides contenant cette proportion de tartre, agit énergiquement sur le glucose et la glycérine et donne de l'*acide lactique* dans le premier cas et de la dioxyacétone dans le second.

» Il est généralement admis que ce sont les vins dont la richesse alcoolique et la proportion de tartre sont peu élevées qui peuvent être accessibles à la maladie de la tourne. Nous relevons, parmi ceux desquels nous avons isolé nos bacilles, des vins qui ne remplissent nullement ces conditions. On peut voir, en outre (Tableau ci-joint), que, d'après des dosages effectués au bout d'un certain temps, l'augmentation d'acidité est due pour les uns à des acides fixes et à de l'acidité volatile pour les autres (quoique ceux-ci fussent exempts de *Mycoderma aceti*). Il est à remarquer enfin que la présence de filaments n'implique pas absolument la diminution du tartre (n° 3).

	1.		2.		3.		4.	
	Initial.	Après 10 mois.	Initial.	Après 14 mois.	Initial.	Après 4 mois.	Initial.	Après 17 mois.
Alcool pour 100 en volume.....	12,4	12,2	12,2	12,0	11,5	11,4	11,0	11,0
Tartre par litre....	2,76	0,87	2,53	0,87	2,01	2,08	3,21	0,87
Sucre réducteur »	3,58	»	1,94	1,92	1,80	0,80	1,85	0,78
Acidité totale SO^4H^2 »	3,02	5,88	4,09	5,44	2,91	4,11	3,92	5,68
Acidité volatile »	2,49	4,36	2,93	3,02	2,54	3,55	2,79	3,80
Acidité fixe »	0,53	1,58	1,06	2,42	0,37	0,56	1,13	1,88

	5.		6.		7.		8.	
	Initial.	Après 17 mois.	Initial.	Après 7 mois.	Initial.	Après 6 mois.	Initial.	Après 9 mois.
Alcool pour 100 en volume.....	9,0	8,9	12,0	»	9,5	9,1	10,8	11,0
Tartre par litre....	2,46	0,80	2,53	0,65	3,13	0,65	0,65	0,65
Sucre réducteur » ...	1,46	0,54	6,32	»	1,38	6,70(1)	0,80	0,60
Acidité totale SO^4H^2 »	4,85	6,56	2,96	4,56	3,50	5,41	4,92	5,88
Acidité volatile »	3,77	3,75	2,30	»	3,12	3,63	3,52	3,78
Acidité fixe »	1,08	2,81	0,66	»	0,38	1,78	1,40	2,10

MÉDECINE. — *Des verres périscopiques*. Note de M. **Ostwalt**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les personnes condamnées au port de lunettes sont toujours gênées par la déformation que subissent les images des objets aussitôt qu'elles ne les regardent pas tout droit en face, mais plus ou moins de côté. Pour avoir des images nettes, ces personnes sont donc forcées de renoncer pour ainsi dire aux mouvements associés de latéralité des yeux et de les remplacer par des mouvements de la tête.

» Pour obvier à cet inconvénient, Wollaston a, il y aura bientôt un siècle, introduit dans la pratique les verres dits *périscopiques*, c'est-à-dire les verres affectant la forme de ménisques à surface convexe dirigée vers la lumière et surface concave tournée du côté de l'œil.

» Or on sait que chaque numéro de verre de lunettes est représenté par une infinité de ménisques de plus en plus bombés. Il se pose, dès lors, la question de savoir quelle est, pour chaque verre correcteur, la forme de ménisque qui donne les meilleurs résultats au point de vue de la diminution de la déformation des objets vus à travers des points excentriques de ces verres.

» Ni Wollaston, ni aucun autre auteur après lui n'ont formulé des règles à ce sujet. C'est là probablement la raison pour laquelle les ménisques ne sont pas devenus d'un usage encore plus courant, malgré les avantages indéniables qu'ils présentent pour une grande catégorie de verres, avantages qui sont tellement réels que bien des personnes qui les ont adoptés une fois ne veulent plus des verres bisphériques ordinaires.

» Je me suis appliqué à essayer de combler la lacune susmentionnée et de déterminer, pour les différentes lentilles, la forme la plus avantageuse

(1) Ce vin contenait de la dioxyacétone.

du ménisque, dont le choix était jusqu'ici complètement abandonné au libre arbitre de l'opticien.

» Pour ce faire, j'ai étudié, tant pour les verres concaves que pour les verres convexes, la forme de l'image d'un point situé à l'infini et latéralement par rapport à la position primaire de l'axe visuel, de sorte que l'œil devait, pour le voir, dévier de 25° de sa position primaire.

» J'ai comparé les images formées dans ces conditions-là par la réfraction à travers la partie excentrique correspondante des verres bisphériques, des verres plans-sphériques et des verres méniscoïdes de plus en plus bombés.

» On sait, depuis Thomas Young, que l'image d'un point dont les rayons tombent obliquement *au centre* d'une lentille cesse d'être ponctiforme et devient astigmatique, lors même qu'on suppose le faisceau incident infiniment mince. Les rayons situés dans le plan de la déviation de l'objet sont plus fortement réfractés, se réunissent plus près de la lentille que les rayons perpendiculaires à ce plan de déviation. Mais même ces derniers rayons sont encore plus fortement réfractés que les rayons parallèles émanant d'un point lumineux situé à l'infini *sur l'arc optique* de la lentille. La lentille oblique agit donc à peu près comme cette même lentille non oblique, mais combinée avec un verre sphéro-cylindrique dont les deux composantes doivent augmenter à mesure que l'obliquité de la lentille ou, ce qui revient au même, l'obliquité de l'incidence du faisceau parallèle accroît.

» Pour le cas *l'incidence oblique au centre du verre* les verres plans-sphériques et les verres méniscoïdes ne se comportent pas autrement que les verres bisphériques, à la condition que l'épaisseur de tous ces verres-là soit négligeable; le degré d'astigmatisme composé, correspondant à un degré donné d'incidence oblique *centrale*, est donc pour tous le même, ainsi qu'il résulte des formules données par Ludimar Hermann.

» Il n'en est pas de même pour l'astigmatisme qui prend naissance lorsqu'un faisceau parallèle mince traverse obliquement *une partie excentrique* de ces mêmes lentilles. Dans ce cas les lentilles de même pouvoir réfringent dans l'axe optique se comportent tout à fait différemment selon leur forme. Cela résulte à l'évidence de mes calculs et des courbes que j'ai construites avec les valeurs trouvées. Le travail plus explicite que je vais publier sous peu va apporter les preuves de ce que je viens d'énoncer. On y verra que, dans la série des verres concaves de 0 à 12 dioptries, l'as-

tigmatisme, qui, pour le verre bisphérique, est dans le cas d'incidence oblique excentrique de mêmes sens et forme que dans le cas d'incidence oblique centrale, change même de sens pour un certain nombre de ménisques de plus en plus bombés, pour reprendre sa première forme quand la courbure des ménisques augmente encore davantage. Avant de changer de signe, l'astigmatisme doit forcément passer par o. Il y a donc, pour les verres concaves ci-dessus désignés, chaque fois deux ménisques pour lesquels *l'astigmatisme et, par conséquent, la déformation des objets situés latéralement à l'infini sont théoriquement nuls*.

» L'un de ces deux ménisques est toujours peu bombé; sa convexité est, au maximum, égale à celle d'un verre plan-convexe de 2,5 à 3 dioptries. Pour la plupart des verres concaves en question le ménisque *anastigmate* le moins bombé diffère même peu d'un verre plan-concave. Il est donc facile à fabriquer et son aberration de sphéricité est modérée et pratiquement sans importance.

» Quant *aux verres convexes*, mes calculs m'ont démontré que, contrairement à ce que les auteurs ont cru jusqu'ici, la forme méniscoïde n'offre pour eux que très peu d'avantage. Il n'y a pas de ménisques convergents *anastigmates* pour la réfraction oblique excentrique, et pour que l'astigmatisme fût sensiblement amoindri dans ces conditions-là, il faudrait avoir recours à des ménisques excessivement bombés, entachés d'une aberration de sphéricité énorme et d'un poids insupportable.

» Contrairement à ce qu'on pensait à ce sujet (voir Nagel, Bull et autres), la forme périscopique est donc sans grande utilité pour les verres convexes, tandis que pour les verres concaves les ménisques fabriqués d'après les règles que je vais exposer tout au long dans mon travail détaillé DEVRAIENT ABSOLUMENT REMPLACER LES VERRES BICONCAVES ORDINAIRES. J'ai construit, avec les données de mes calculs, une courbe qui indique pour tous les verres concaves prescrits en Oculistique la forme du ménisque la plus avantageuse pour la vision décentrée. Cette courbe devrait, à l'avenir, toujours guider l'opticien.

» J'ai aussi vérifié expérimentalement l'exactitude de mes calculs dans deux cas de myopie (de 4,0 et de 9,0 dioptries) qui se prêtaient tout particulièrement à ce genre de recherches, grâce à l'état parfait de la vision et à l'absence complète d'altérations ophtalmoscopiques et d'astigmatisme oculaire. J'y ai comparé, dans des conditions d'expérience rigoureuses, la vision centrale dans le regard droit avec celle qui s'observait dans le regard

latéral, et cela tant pour l'œil pourvu d'un verre biconcave que pour l'œil muni de ménisques de plus en plus bombés. Les résultats de ces expériences étaient en harmonie complète avec mes calculs. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variations commandées par la Lune dans la pression et les composantes horizontales du vent. Esquisse de discussion des formules. Génération des dépressions.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Si l'on applique les formules (¹) à un seul astre et qu'on supprime le coefficient de son attraction, elles deviennent :

» $\Sigma = \sin\delta \sin\lambda + \cos\delta \cos\lambda \cos\alpha$, une sinusoïde à écart $\cos\delta \cos\lambda$ sur l'abscisse $+ \sin\delta \sin\lambda$;

» $\gamma = \cos\delta \sin\alpha$, une sinusoïde à écart $\cos\delta$ sur tous les parallèles;

» $\gamma' = -\sin\delta \cos\lambda + \cos\delta \sin\lambda \cos\alpha$ (ou Σ de $90^\circ + \lambda$), une sinusoïde à écart $\cos\delta \sin\lambda$ sur l'abscisse $-\sin\delta \cos\lambda$.

» Si l'on prend la déclinaison moyenne $\delta = 0$, on a $\Sigma = \cos\lambda \cos\alpha$; $\gamma = \sin\alpha$; $\gamma' = \sin\lambda \cos\alpha$.

» C'est à ces trois ondes qu'on arriverait en combinant des observations de longue durée et en éliminant l'action solaire, ce qu'on peut faire avec une très suffisante approximation. Mais c'est en vain qu'on multiplierait les harmoniques pour arriver à représenter les situations successives par un ensemble d'ondes en mouvement. On trouve, il est vrai, des formes harmoniques dans les courbes annulaires données, sur un parallèle, par les moyennes en une situation déterminée de l'astre; comme les ondes simples, ces harmoniques ne sont que des *substrata*, des règles pour établir des jalonnements à travers la complexité des faits.

» Les courbes annulaires sont très différentes pour une même déclinaison de l'astre, suivant qu'elle est ascendante ou descendante. Cela tient à ce que les hauteurs des diagrammes représentent des sommes d'actions instantanées variant dans un sens différent.

» Soit δ boréale. On a, sur les deux hémisphères :

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXVI, nos 14, 16 et 18, et spécialement p. 1054 et 1055. On prend pour origine le méridien de l'astre à l'instant considéré.

Méridien de dépression (côté de l'astre).	Orthogonal E.	Méridien de compression (opposé).	Orthogonal W.
	γ, onde uniforme pour tout le globe : $\cos\delta \sin\alpha$.		
$\gamma = 0$	$\gamma = -\cos\delta$	$\gamma = 0$	$\gamma = +\cos\delta$

Pôle Nord :

$\gamma' = +\cos\delta$	$\Sigma = +\sin\delta$	$\gamma' = 0$	$\Sigma = +\sin\delta$	$\gamma' = -\cos\delta$	$\Sigma = +\sin\delta$	$\gamma' = 0$	$\Sigma = +$

$\lambda = 90^\circ - \delta$:

$\gamma' = +\cos 2\delta$	$\Sigma = +\sin 2\delta$	$\gamma' = -\sin^2\delta$	$\Sigma = +\frac{1}{2}\sin 2\delta$	$\gamma' = -1$	$\Sigma = 0$	$\gamma' = -\sin^2\delta$	$\Sigma = +\frac{1}{2}\sin$

$\lambda = \delta$:

$\gamma' = 0$	$\Sigma = +1$	$\gamma' = -\frac{1}{2}\sin 2\delta$	$\Sigma = +\sin 2\delta$	$\gamma' = -\sin 2\delta$	$\Sigma = -\cos 2\delta$	$\gamma' = -\frac{1}{2}\sin 2\delta$	$\Sigma = +\sin^2$

Équateur :

$\gamma' = -\sin\delta$	$\Sigma = +\cos\delta$	$\gamma' = -\sin\delta$	$\Sigma = 0$	$\gamma' = -\sin\delta$	$\Sigma = -\cos\delta$	$\gamma' = -\sin\delta$	$\Sigma = 0$

$\lambda = -\delta$:

$\gamma' = -\sin 2\delta$	$\Sigma = +\cos 2\delta$	$\gamma' = -\frac{1}{2}\sin 2\delta$	$\Sigma = -\sin^2\delta$	$\gamma' = 0$	$\Sigma = -1$	$\gamma' = -\frac{1}{2}\sin 2\delta$	$\Sigma = -\sin^2$

$\lambda = -90^\circ + \delta$:

$\gamma' = -1$	$\Sigma = 0$	$\gamma' = -\sin^2\delta$	$\Sigma = -\frac{1}{2}\sin 2\delta$	$\gamma' = +\cos 2\delta$	$\Sigma = -\sin 2\delta$	$\gamma' = -\sin^2\delta$	$\Sigma = -\frac{1}{2}\sin 2$

Pôle Sud :

$\gamma' = -\cos\delta$	$\Sigma = -\sin\delta$	$\gamma' = 0$	$\Sigma = -\sin\delta$	$\gamma' = +\cos\delta$	$\Sigma = -\sin\delta$	$\gamma' = 0$	$\Sigma = -$

» Ces valeurs, où la parallaxe est provisoirement négligée, correspondent, on le sait, à un cylindre d'attraction, tangent à la Terre en rotation et dont l'axe fait avec l'équateur l'angle δ. Si l'on tient compte de la variation de L′, l'enveloppe atmosphérique est plus soulevée sous la Lune et moins comprimée à l'antipode, qu'elle n'est tirée sur le cercle tangent.

» Tels qu'ils se trouvent ainsi groupés, les mouvements dus à l'attraction de la Lune, avaient été antérieurement mis en lumière par la discussion des observations simultanées (1).

(1) Voir, en particulier, *Comptes rendus*, n° 20 (1896), *Relations entre les mouvements lunaires et les mouvements barométriques sur l'hémisphère boréal* (et la Note jointe aux diagrammes déposés en avril 1897).

» Ne pas oublier :

» Que, par suite de la proximité de la Lune, les effets sont très notablement plus forts que ne le ferait supposer la petitesse de l'action instantanée;

» Que, à la rencontre de deux courants opposés, où l'on a γ ou $\gamma' = 0$, l'impulsion est devenue nulle, mais les courants ont les vitesses contraires accumulées.

» Bornons-nous à un coup d'œil sur ce qui se passe au méridien de la Lune.

» D'un pôle à l'autre, nous avons des vibrations perpendiculaires sur ce méridien, dues à la rencontre des γ opposés.

» Au point de soulèvement maximum nous avons, en outre, des vibrations suivant le méridien, dues à la rencontre des γ'.

» De là, autour de ce point, des vibrations circulaires, que les déviations des γ' et l'afflux de l'air ambiant changent rapidement en rotation du sens propre à l'hémisphère, pendant que la Lune continue à soulever, disjoindre et subdiviser les couches superposées (1).

» Le tourbillon ainsi formé, emporté vers l'W, est retardé dans sa marche par la résistance de l'air, qui augmente sa composante W. Il reste de plus en plus en arrière du méridien de dépression et reçoit constamment de l'équateur le vent S, $-\sin\delta$. Après avoir rejoint des tourbillons antérieurs ou avoir été repris par le méridien de dépression du jour suivant, il tourne vers le N aux abords du méridien continental, où il est renforcé et chargé pour la marche vers NE par d'autres mouvements affluents.

» Ici encore, on trouverait des périodes harmoniques s'il n'y avait en jeu que l'attraction lunaire et si l'effet de cette attraction était uniformément varié.

» Le Tableau fait pressentir comme effets de la Lune, agissant seuls ou en concordance avec ceux du Soleil et des reliefs la tendance des dépressions à modeler leur marche vers le NE sur la marche en longitude de la Lune autour de la Terre, leur retour vers le S, l'envoi au tourbillon polaire, en Lune ou Soleil boréal, de dépressions détachées sur le méridien marin, au-dessous de la latitude $90° - \delta$, etc., etc. »

---

(1) *Comptes rendus*, n° 16 (1898), p. 1173.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblements de terre du 6 mai 1898*. Documents communiqués par M. **Mascart**.

Comme suite aux documents communiqués par M. Lœwy dans la dernière séance, M. Mascart transmet les observations suivantes :

« A l'École normale de Chambéry, M. *Jullien* a constaté un tremblement de terre assez violent, à $1^h 25^m$; les oscillations ont duré de cinq à six secondes, leur direction était du nord au sud.

» A Annecy, M. *Guerby* signale une légère secousse d'une seconde environ, à $1^h 20^m$.

» A l'observatoire de Saint-Genis-Laval, M. *André* signale des oscillations magnétiques, faibles sur l'appareil bifilaire et plus marquées sur le déclinomètre. Elles ont commencé à $1^h 20^m$ et le calme était rétabli à $1^h 27^m$.

» Un fait analogue s'est produit à Genève, d'après M. *Soret*, à $2^h 10^m 20^s$ en temps moyen de l'Europe centrale, ce qui correspond à $1^h 20^m 40^s$ de Paris.

» Les courbes magnétiques du Parc Saint-Maur ne portent aucune trace apparente du phénomène.

» D'autre part, les séismographes de Lyon, Grenoble et Genève n'ont pas été affectés par cette secousse. »

M. G. **Perry** adresse une Note de Physique mathématique ayant pour titre « Sur le mouvement conjugué du mouvement de concentration ».

M. B.

La séance est levée à 4 heures et demie.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mai 1898.

Traité d'Analyse des substances minérales, par Adolphe Carnot, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, etc. Tome premier : *Méthodes générales d'Analyse qualitative et quantitative*. Paris, V^ve^ Ch. Dunod, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Les Actualités chimiques, Revue des progrès de la Chimie pure et appliquée, publiée sous la direction de M. Charles Friedel, de l'Institut. N° 4. 30 avril 1898. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Mémoires originaux des Créateurs de la Photographie, annotés et commentés par R. Colson, Capitaine du Génie, Répétiteur de Physique à l'École Polytechnique. Paris, G. Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Cornu.)

Annuaire géologique universel, par L. Carez, Docteur ès Sciences, avec le concours de M. A. Peron, pour l'Algérie et la Tunisie. Année 1897. Tome XIV. Paris, avril 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Technique et applications des rayons X. Traité pratique de Radioscopie et de Radiographie, par G.-H. Niewenglowski, Préparateur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. Paris, 1898; 1 vol. in-8°.

Annales de l'Institut colonial de Marseille, publiées sous la direction de M. le Professeur Édouard Heckel. 5^e^ année. 4^e^ Volume. 1897. Marseille, Barlatier, 1898; 1 vol. in-8°.

Lignières (Cher), ancienne station lacustre (avec une Notice posthume de M. Porcheron), par Lucien Jeny. Bourges, H. Sire, 1898; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Archives du Musée Teyler. Série II, vol. V, quatrième Partie. Série II, vol. VI, première Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 2 fasc. in-8°.

Transactions of the twenty-eighth and twenty-ninth annual meetings of the Kansas Academy of Science (1895-1896). Volume XV. Kansas, 1898; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

—

Séance du 9 mai 1898.)

Note de M. *P. Villard,* Sur les rayons cathodiques :

Page 1340, ligne 31, *au lieu de* remarqué, *lisez* marqué.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 30 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

Barreau frères.
Chaix.
Jourdan.
Ruff.
Courtin-Hecquet.
Germain et Grassin.
Lachèse.
Jérôme.
Jacquard.
Feret.
Laurens.
Muller (G.).
Renaud.
Derrien.
F. Robert.
Robert.
Uzel frères.
Vernay.
Perrin.
Henry.
Matzuerie.
Juliot
Poisson-Collay.
Lamarche.
Jouet.
Rey.
Lauverjat.
Degez.
Drevet.
Gratier et C^e.
Faucher.
Bourdignon.
Lombre.
Thierry.
Guerre.

	chez Messieurs :
Lorient	Baumal. / M^me Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. / Georg. / Côte. / Savy. / Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Calas. / Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. / Grosjean-Maupin. / Sidot frères.
Nantes	Loiseau. / Veloppé.
Nice	Barma. / Visconti et C^ie.
Nimes	Thibaud.
Orleans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. / Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (M^lle).
Rouen	Langlois. / Lestringant.
S.-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. / Rumèbe.
Toulouse	Gimet. / Privat.
Tours	Boisselier. / Péricat. / Suppligeon.
Valenciennes	Giard. / Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et C^ie.
Athenes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et C^ie. / Dames. / Friedlander et fils. / Mayer et Müller.
Berne	Schmid et Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. / Mayolez et Audiarte. / Lebègue et C^ie.
Bucharest	Sotcheck et C^e. / Müller (Carol).
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et C^e.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Geneve	Cherbuliez. / Georg. / Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. / Payot.
Leipzig	Barth. / Brockhaus. / Lorentz. / Max Rübe. / Twietmeyer.
Liége	Desoer. / Gnusé.

	chez Messieurs :
Londres	Dulau. / Hachette et C^ie. / Nutt
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Libr Gutenberg / Romo y Fussel / Gonzales e hijos / F. Fe.
Milan	Bocca freres / Hœpli
Moscou	Tastevin.
Naples	Prass / Marghieri di Gius / Pellerano
New-York	Dyrsen et Pfeiffer / Stechert / Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et C^ie
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaes et Moniz
Prague	Bivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca freres / Loescher et C^ie
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin
S^t Petersbourg	Zinserling. / Wolff.
Turin	Bocca freres / Brero. / Clausen. / Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. / Gerold et C^ie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4° : 1853. Prix ..... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4° : 1870. Prix ..... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4° ; 1889. Prix ..... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Recherches sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les [illegible] — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières [illegible] Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches ; 1856 ..... **15 fr.**

Rapport sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences [illegible] et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédi- [illegible] ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature [illegible] existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches ; 1861 ... **15 fr.**

Sous presse : les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 20.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 16 mai 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Souillart*, Correspondant pour la Section d'Astronomie. 1383

M. le Président se fait l'interprète des regrets de l'Académie..... 1383

M. Émile Picard. — Sur l'impossibilité de certaines séries de groupes de points sur une surface algébrique..... 1383

M. Armand Gautier. — Sur quelques causes d'incertitude dans le dosage précis de l'acide carbonique et de l'eau dilués dans de grands volumes d'air..... 1387

M. A. Crova. — Sur un actinomètre absolu. 1394

M. S. Arloing. — Agglutination du bacille de la tuberculose vraie..... 1398

M. A. Carnot. — Note accompagnant la présentation du premier Volume de son « Traité d'Analyse des substances minérales »..... 1400

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

L'observatoire de mont Hamilton envoie deux photographies de l'éclipse totale de Soleil du 21 janvier 1898..... 1401

M. Louis Thénard adresse un Mémoire intitulé : « Principe universel des forces »... 1401

MM. Pellier adressent une Note sur le « problème de l'aviation »..... 1402

CORRESPONDANCE.

M. Adrien Féraud. — Sur le développement de la fonction perturbatrice..... 1402

M. Ernest Duporcq. — Sur la correspondance quadratique et rationnelle de deux figures planes, et sur un déplacement remarquable..... 1405

M. G.-A. Miller. — Sur les groupes hamiltoniens..... 1406

M. James Dewar. — Sur la liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium..... 1408

M. P. Villard. — Sur un tube de Crookes régénérable par osmose..... 1413

M. P. Villard. — Sur une propriété des écrans fluorescents..... 1414

M. Daniel Berthelot. — Sur les poids moléculaires des gaz facilement liquéfiables..... 1415

M. P. Lebeau. — Sur la préparation et les propriétés du fluorure de glucinium anhydre et de l'oxyfluorure de glucinium..... 1418

M. J.-A. Muller. — Sur un mode de formation synthétique du carbonylferrocyanure de potassium..... 1421

M. Ph. Barbier. — Sur un nouvel alcool tertiaire incomplet, le diméthylhepténol.. 1423

M. Ch. Moureu. — Ethane-pyrocatéchine et dérivés..... 1426

M. Léon Vaillant. — Sur la présence de l'Anguille commune en haute mer..... 1429

M. H. Coutière. — Sur le développement de l'*Alpheus minus* Say..... 1430

M. Henri Devaux. — Origine de la structure des lenticelles..... 1433

M. C. Sauvageau. — Sur l'origine du thalle des Cutlériacées..... 1435

M. L. Mangin. — Sur le *Septoria graminum* Desm., destructeur des feuilles du Blé..... 1438

M. J. Renaut. — Insertion, sous forme de revêtement épithélial continu, des pieds des fibres névrogliques sur la limitante marginale d'un névraxe adulte..... 1440

MM. F. Bordas, Joulin et de Raczkowski. — Des microrganismes des vins tournés.. 1443

M. Ostwalt. — Des verres périscopiques.. 1446

M. A. Poincaré. — Variations commandées par la Lune dans la pression et les composantes horizontales du vent. Esquisse de discussion des formules. Génération des dépressions..... 1449

M. Mascart, au sujet des tremblements de terre du 6 mai 1898, communique à l'Académie les nouveaux renseignements transmis par MM. *Jullien*, *Guerby*, *Andre* et *Soret*..... 1452

M. G. Perry adresse une Note de Physique mathématique ayant pour titre : « Sur le mouvement conjugué du mouvement de concentration »..... 1452

Bulletin bibliographique..... 1453

Errata..... 1454

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gerant : Gauthier-Villars

1898

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 21 (23 Mai 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Ac... sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les ... ports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'... que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en ... blique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des ... étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des pe... qui ne sont pas Membres ou Correspondan... démie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'... sumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoir... tenus de les réduire au nombre de pages r... Membre qui fait la présentation est toujours ... mais les Secrétaires ont le droit de réduire ... autant qu'ils le jugent convenable, comme ... pour les articles ordinaires de la correspond... cielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être ... l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus ... jeudi à 10 heures du matin; faute d'être re... le titre seul du Mémoire est inséré dans le ... actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte* ... vant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planch...

Le tirage à part des articles est aux fr... teurs; il n'y a d'exception que pour les ... les Instructions demandés par le Gouver...

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission admi... un Rapport sur la situation des *Comptes* ... l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution ... sent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance ...

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MAI 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 30 mai sera remise au mardi 31.

Notice sur M. Souillart, *Correspondant pour la Section d'Astronomie;*
par M. **O. Callandreau.**

« Il y a une année à peine, M. Souillart était élu Correspondant en remplacement de M. Gyldén. L'Académie voulait montrer dans quelle estime elle tenait le savant Auteur qui, pendant une trentaine d'années, avait consacré ses loisirs à l'étude de la théorie des satellites de Jupiter et réussi à apporter d'importants compléments au chef-d'œuvre de Laplace.

» C'est dans l'enseignement de M. Puiseux à l'École Normale que M. Souillart puisa le goût des travaux de Mécanique céleste. Plus tard, le perfec-

tionnement de la théorie des satellites de Jupiter lui fut recommandé comme sujet de thèse. L'*Essai sur la théorie analytique des satellites de Jupiter,* inséré en 1865 dans les *Annales de l'École Normale,* contenait en germe deux grands Mémoires : l'un, publié, en 1880, dans le Recueil de la Société Royale astronomique de Londres, consacré à la théorie analytique du mouvement des satellites; l'autre, faisant partie du tome XXX des *Mémoires des Savants étrangers,* consacré à la réduction des formules en nombres. On ne doit pas omettre de citer à la suite la série de Notes parues dans les tomes X, XI et XII du *Bulletin astronomique*.

» L'ensemble de ces travaux a servi de base à l'exposition que M. Tisserand a faite de la théorie des satellites de Jupiter dans le tome IV de son *Traité de Mécanique céleste*. La théorie de M. Souillart est en quelque sorte parallèle à celle de Laplace; la méthode de la variation des constantes, avec le perfectionnement indiqué par Poisson pour tenir compte de la variation rapide de certains éléments, est employée d'une manière systématique.

» M. Souillart a su se borner; il a concentré son activité scientifique sur un sujet d'un intérêt exceptionnel : les satellites de Jupiter nous offrent, dit Laplace, par la promptitude de leurs révolutions, tous les grands changements que le temps ne développe qu'avec une extrême lenteur dans le système planétaire.

» Savant modeste et laborieux, M. Souillart s'est astreint à suivre Laplace, en le complétant au besoin. Cependant son nom restera dans la Science aussi bien que s'il s'était essayé à des recherches originales.

» Il ne faut pas oublier ici un autre titre à la reconnaissance des astronomes et des savants : le concours très utile qu'il apporta à la réimpression des Œuvres de Laplace, sous les auspices de l'Académie.

» M. Souillart était sorti d'une condition modeste. Ses heureuses dispositions pour les Lettres aussi bien que pour les Sciences le prédestinaient à l'École Normale où il entra en 1851. Au sortir de l'École, il fut successivement professeur au lycée de Saint-Omer, professeur de Mathématiques spéciales et en même temps attaché à la Faculté des Sciences de Nancy; enfin, en 1873, professeur de Mécanique rationnelle à la Faculté des Sciences de Lille et, quelques années plus tard, d'Astronomie. Notre Confrère, M. Boussinesq, pendant quatorze ans, à Lille, collègue de M. Souillart, a pu apprécier la nature délicate de l'homme, la modestie du savant.

» Le désir de M. Souillart, sur la fin de sa vie, était de voir poursuivre ses travaux par un jeune astronome jusqu'à la construction des Tables. Il

faut espérer que ce désir sera réalisé. Sans doute, il s'agit là d'une entreprise de longue haleine qui réclame de la persévérance. Mais l'exemple même de M. Souillart ne montre-t-il pas tout le profit qu'il y a pour un savant à ne pas disperser ses efforts? »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques remarques relatives aux périodes des intégrales doubles et aux cycles à deux dimensions dans les surfaces algébriques*. Note de M. **Émile Picard**.

« 1. Dans l'étude des intégrales abéliennes relatives à une courbe algébrique, on distingue assez généralement les périodes en périodes polaires (ou encore logarithmiques) et périodes cycliques : cette classification est très nette. Pour les intégrales doubles, la distinction des périodes en plusieurs catégories peut, au contraire, donner naissance à quelques difficultés (1). Je me propose de le montrer sur un exemple très simple. Considérons la surface du troisième ordre

$$x^3 + y^3 + z^3 = 1$$

et l'intégrale double

$$\int\int \frac{y\,dx\,dy}{z}. \tag{1}$$

» En posant

$$y = \sqrt[3]{1 - x^3}\,t, \qquad z = \sqrt[3]{1 - x^3}\sqrt[3]{1 - t^3},$$

l'intégrale devient

$$\int\int \sqrt[3]{1 - x^3}\,\frac{t}{\sqrt[3]{1 - t^3}}\,dx\,dt,$$

et l'on trouve immédiatement des périodes de l'intégrale double. Si, en effet, ω et $\omega\varepsilon$ (ε étant une racine cubique imaginaire de l'unité) sont les périodes de l'intégrale simple

$$\int \sqrt[3]{1 - x^3}\,dx,$$

(1) Aussi j'ai renoncé à la considération de la nature des périodes pour définir les intégrales doubles de *seconde* espèce, et j'ai suivi une tout autre voie (*Comptes rendus*, 6 décembre 1897 et 24 janvier 1898).

et que, pareillement, Ω et $\Omega\varepsilon$ désignent les périodes de l'intégrale simple

$$\int \frac{t\,dt}{\sqrt[3]{1-t^3}},$$

il est clair que l'intégrale double (1) admettra les périodes

(2) $$\omega\Omega \quad \text{et} \quad \omega\Omega\varepsilon.$$

» Or, la surface considérée du troisième degré étant unicursale, nous pouvons exprimer x, y et z en fonctions rationnelles de deux paramètres u et v; soit, par exemple,

$$x = \frac{A}{D}, \qquad y = \frac{B}{D}, \qquad z = \frac{C}{D}$$

où

$$A = -\varepsilon^2 u - v - \varepsilon u^2 v^2,$$
$$B = \varepsilon v + \varepsilon^2 u + u^2 v^2,$$
$$C = 1 + \varepsilon u^2 v + \varepsilon^2 u v^2,$$
$$D = \varepsilon + u^2 v + \varepsilon u v^2.$$

» En substituant dans l'intégrale (1), on a, à un facteur numérique près, l'intégrale double de fraction rationnelle

(3) $$\int\int \frac{BC}{D^3}\,du\,dv.$$

» Elle admet deux périodes correspondant à (2); en cherchant les cycles à deux dimensions qui les donnent dans l'espace indéfini (u, v), on reconnaît qu'ils ont des sortes de pointement à l'infini. D'après leur origine, il est naturel de regarder les deux périodes précédentes de l'intégrale (3) comme des périodes cycliques, circonstance qui paraît au premier abord paradoxale pour une intégrale double de fonction rationnelle. Si l'intégrale (3) avait été donnée *a priori*, on n'aurait peut-être pas songé à regarder les expressions (2) comme périodes de cette intégrale.

» 2. Je ferai une seconde remarque relative à la connexion à deux dimensions des surfaces algébriques. J'ai défini avec précision (*Théorie des fonctions algébriques de deux variables*, page 84) ce que l'on devait entendre par le nombre p_2 relatif à une surface algébrique, *quand on en a une représentation analytique bien déterminée*. Mais une circonstance peut se présenter, qui demande quelques explications complémentaires. Il est possible que, pour deux surfaces se correspondant point par point, on

trouve des valeurs différentes de p_2. Ce résultat n'a rien d'étonnant au point de vue géométrique; il tient à la présence de points fondamentaux dans la correspondance birationnelle entre les deux surfaces. Mais, au point de vue de la théorie des fonctions, on doit s'attacher uniquement à considérer des nombres invariants pour toute correspondance birationnelle. Pour une surface donnée, parmi les $p_2 - 1$ cycles distincts à deux dimensions, que l'on peut construire, il y en a un certain nombre r susceptibles d'être, par une déformation continue, ramenés à des cycles correspondant à une relation analytique entre x, y et z. Il semble alors que l'on pourrait substituer au nombre p_2 le nombre

$$p_2' = p_2 - r,$$

qui gardera véritablement un caractère invariant. C'est le seul qui soit intéressant pour les périodes des intégrales doubles provenant d'une fonction de variables complexes, car les r cycles dont nous avons parlé plus haut ne donneront évidemment pas naissance à des périodes pour ces intégrales.

» Dans un récent et très intéressant travail consacré à la topologie des surfaces algébriques, un géomètre danois, M. Poul Heegard, a montré les difficultés qui se présentaient dans le calcul du nombre p_2; on ne saurait trop insister non plus sur la diversité des points de vue qui peuvent être admis dans les définitions initiales. Les questions relatives à la connexion à deux dimensions dans les surfaces algébriques et particulièrement la recherche précise du nombre p_2' présentent donc encore quelques difficultés. Il me semble, au contraire, que les principes relatifs à la connexion linéaire sont fixés dans leurs traits essentiels; mais dans cette partie de la théorie on doit souhaiter d'avoir des exemples de surfaces possédant effectivement des cycles linéaires d'un caractère moins particulier que celles qui ont été indiquées jusqu'ici; je me propose d'indiquer prochainement de tels exemples. »

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur les réactions développées entre le pyrogallol et l'oxygène en présence des alcalis;* par **M. Berthelot.**

« J'ai poursuivi mes expériences sur l'oxydation du pyrogallol par l'oxygène libre, en présence des alcalis, afin d'en préciser davantage les caractères et les produits. J'ai reconnu d'abord que cette oxydation varie

considérablement, suivant la nature des alcalis mis en présence : potasse, soude, baryte, ammoniaque.

I.

» I. *Potasse*. — Je rappellerai que, la potasse étant employée dans la proportion de 1 équivalent ou plus, la dose d'oxygène absorbée s'élève à 3 atomes, ainsi que je l'ai exposé en détail; cette absorption se faisant surtout régulièrement en présence de 3 molécules de potasse

$$C^6H^6O^3 + 3KOH, \qquad \text{absorbe } O^3.$$

» II. *Soude*. — La réaction est la même avec la soude, ainsi qu'on pouvait s'y attendre. En opérant avec des liqueurs concentrées, suivant les rapports $C^6H^6O^3 + 3NaOH$, j'ai trouvé pour 126^{gr} de pyrogallol : $48^{gr},6$ d'oxygène absorbé, c'est-à-dire O^3. Chaque centimètre cube de la solution de pyrogallol (1 molécule $= 400^{cc}$) absorbait sensiblement 90^{vol} d'oxygène à la température ordinaire en présence de la soude, comme en présence de la potasse, toujours aux environs de 15°. Les neuf dixièmes de cette absorption ont lieu très rapidement. On a obtenu en même temps un volume d'oxyde de carbone égal aux 2,2 centièmes du volume de l'oxygène absorbé.

» La liqueur additionnée d'acide sulfurique étendu, soit $1\frac{1}{2}SO^4H^2$, plus un léger excès, dégage immédiatement à froid de l'acide carbonique. Mais la réaction n'est devenue complète qu'en portant la liqueur à l'ébullition, l'acide carbonique paraissant engagé, en partie au moins, dans une combinaison peu stable, de l'ordre des éthylcarbonates ou de l'acide orsellique. Le volume total du gaz carbonique ainsi dégagé surpasse un peu une molécule, CO^2, par molécule de pyrogallol initial.

» Les dissolutions de pyrogallate de potasse saturées d'oxygène se comportent de même, en dégageant sensiblement la même quantité d'acide carbonique : j'y reviendrai tout à l'heure. J'ajouterai dès à présent qu'il ne se forme aucun acide volatil, à dose notable, dans ces conditions, à l'exception de traces presque insensibles d'acide formique. Il n'y a pas notamment d'acide acétique.

» III. *Baryte*. — La baryte se comporte tout autrement que la potasse et la soude. J'ai opéré d'abord avec des dissolutions de baryte presque saturées, à la température ordinaire (1 molécule $BaO, H^2O = 12^{lit}$), employées dans les rapports que voici : $C^6H^6O^3 + \frac{3}{2}(BaO, H^2O)$. L'oxygène étant ajouté d'un seul coup : la liqueur a absorbé, en une heure, à 11^o, 11^{gr}

d'oxygène; après vingt-quatre heures, $14^{gr},9$, et l'action s'est arrêtée là, même après plusieurs jours. En même temps il s'est produit un abondant précipité. L'oxygène absorbé était voisin de 1 atome seulement, au lieu de 3 atomes absorbés avec la potasse et la soude.

» Deux autres expériences ont été faites selon les rapports

$$C^6H^6O^3 + \frac{1,33}{2}(BaO, H^2O).$$

L'oxygène étant ajouté d'un seul coup, cette liqueur l'absorbe lentement, en se colorant d'une teinte noir violacé.

» Après deux heures et demie, $26^{gr},5$ d'oxygène étaient absorbés; après cinq jours : $30^{gr},9$.

» Dans un autre essai, on a trouvé seulement $28^{gr},9$; en même temps il s'était formé un précipité noirâtre considérable.

» Ces deux essais donnent une valeur un peu plus faible que 2 atomes d'oxygène absorbé par 1 molécule de pyrogallol en présence de la baryte. En outre, circonstance singulière, l'absorption est moitié plus faible en présence d'un excès de baryte : circonstance attribuable, sans doute, à la solubilité moindre du produit oxydé qui se précipite tout d'abord en présence d'un excès de baryte. C'est cette anomalie qui a engagé à répéter deux fois l'expérience.

» Quant à l'oxyde de carbone, formé en présence de $0,67(BaO, H^2O)$, l'action de l'oxygène étant épuisée, son volume constituait seulement 6 millièmes du volume de l'oxygène absorbé. En présence de $\frac{3}{2}(BaO, H^2O)$, 4 millièmes : nombres qui représentent le tiers environ des rapports observés avec la potasse, dans les mêmes conditions.

» Ajoutons que le produit de la réaction opérée en présence de $0,67(BaO, H^2O)$ a été filtré, pour séparer le liquide du précipité. Le liquide agité avec de l'éther ne lui a rien cédé; ce qui prouve qu'il ne contenait ni pyrogallol libre, ni principe analogue à la purpurogalline. Le précipité, traité successivement par l'alcool absolu, puis par l'éther, a donné le même résultat négatif. Les mêmes épreuves, accomplies sur les produits obtenus en présence de $\frac{3}{2}(BaO, H^2O)$, ont aussi abouti à un résultat négatif.

» IV. *Ammoniaque*. — L'action de l'ammoniaque offre un intérêt particulier, car elle se distingue également de celle de la potasse et de celle de la baryte. On a opéré suivant les rapports que voici :

$$C^6H^6O^3\,(1\text{ molécule} = 400^{cc}) + 3AzH^3\,(1\text{ molécule} = 200^{cc}).$$

» L'absorption de l'oxygène est tout d'abord prompte et considérable. Elle se poursuit de plus en plus lentement. Au bout de seize jours, l'action paraissant arrivée à son terme, on a analysé les produits. 1^{vol} de la solution pyrogallique avait absorbé 124^{vol} d'oxygène vers 15°; chiffre supérieur d'un tiers au volume absorbé par la même liqueur, en présence de la potasse ou de la soude. Tout calcul fait, on trouve, par molécule, $C^6H^6O^3$, $66^{gr},4$ d'oxygène absorbés; c'est-à-dire sensiblement 4 atomes, au lieu de 3 absorbés avec la potasse ou la soude.

» J'avais pensé que cet excès résultait d'une oxydation spéciale de l'ammoniaque, transformée en azotate; mais la liqueur, chauffée avec un sel ferreux acide, dans les conditions connues du dosage des azotates, n'a pas dégagé de bioxyde d'azote, circonstance qui n'exclut pas, d'ailleurs, la formation possible de quelque composé azoïque, de l'ordre de l'azobenzol ou de l'azoxybenzol.

» La liqueur obtenue par l'oxydation du pyrogallol en présence de l'ammoniaque, traitée ensuite à froid par l'acide sulfurique étendu en excès, donne lieu à un abondant précipité et à une formation d'acide carbonique, dont le poids total a été trouvé égal à $31^{gr},2$; soit $0,71\,CO^2$ pour $C^6H^6O^3$. Ce chiffre est inférieur de moitié environ à celui du poids de l'acide carbonique développé après l'action de l'oxygène sur le pyrogallol en présence de la potasse.

» Quant à l'oxyde de carbone formé pendant l'absorption de l'oxygène en présence de l'ammoniaque, son volume constituait les six millièmes environ de celui de l'oxygène absorbé : valeur voisine de la moitié du chiffre observé avec la potasse, dans les mêmes conditions.

II.

» Quelle est la nature des produits formés dans l'oxydation du pyrogallol par l'oxygène libre, sous l'influence des alcalis employés en excès? C'est ce que je vais examiner maintenant.

» Cette oxydation donne lieu à des produits successifs, qui semblent résulter de la décomposition d'un premier composé $C^6H^5KO^6$, ainsi que je l'ai indiqué dans ma première Note. Les produits initiaux de l'oxydation se rattachent à la purpurogalline, matière obtenue au moyen du pyrogallol, dans des conditions très diverses.

» Ils peuvent être extraits, en agitant les produits avec de l'éther; ils sont rouges, cristallisés et se colorent en un bleu fugace au contact de

l'air et des alcalis, mais, comme la purpurogalline, sans en présenter la composition.

» Voici l'analyse de deux produits intermédiaires, ainsi formés par oxydation incomplète :

» A. Produit extrait directement, en agitant la liqueur alcaline avec l'éther

$$C = 55,88; \qquad H = 4,71; \qquad O = 39,41.$$

» B. Produit extrait en agitant la liqueur avec l'éther, après l'avoir additionnée d'un excès notable d'acide sulfurique

$$C = 55,49; \qquad H = 4,62; \qquad O = 39,89.$$
$$C = 55,45; \qquad H = 4,78; \qquad O = 39,74.$$

» Ces nombres sont voisins de la formule $C^{20}H^{20}O^{11}$, qui exigerait

$$C = 55,81; \qquad H = 4,65; \qquad O = 39,54$$

et qui répond à un composé différant de la purpurogalline, $C^{20}H^{16}O^{9}$, par 2 molécules d'eau : $2H^2O$.

» Je me suis attaché particulièrement aux produits d'une oxydation finale et prolongée. J'ai opéré avec une dissolution renfermant $\frac{1}{40}$ de molécule, soit $3^{gr},15$ de pyrogallol, $C^6H^6O^3$, dissous dans 10^{cc} de liquide, et mis en présence de 3KOH, dissoute dans 75^{cc}.

» 1° *Oxygène.* — J'ai mesuré d'abord l'absorption de l'oxygène au bout de seize jours de réaction sur le mercure, avec agitation fréquente; cette absorption a été trouvée exactement de $1^{gr},19$ (au lieu de $1^{gr},20$ pour O^3).

» 2° *Oxyde de carbone.* — Le volume de l'oxyde de carbone formait les 2,2 centièmes de celui de l'oxygène absorbé.

» 3° *Acide carbonique.* — Le poids de l'acide carbonique produit sous l'influence de l'acide sulfurique, équivalant à la potasse, s'est élevé à $1^{gr},24$.

» 4° *Produits insolubles et acides volatils.* — Le liquide, porté à 500^{cc}, a été concentré par distillation jusqu'à réduction à 100^{cc} environ, puis filtré; ce qui a laissé sur le filtre un poids de matière insoluble égal à $0^{gr},025$.

» Le produit distillé offrait une réaction acide presque insensible; on l'a neutralisé par la baryte, évaporé au bain-marie, repris par l'eau, pour séparer le carbonate de baryte, etc. Finalement, le produit sec s'élevait à quelques milligrammes; il ne renfermait que des traces douteuses de formiate.

» Il résulte de cette observation qu'il ne se forme pas d'acides volatils en dose notable dans la réaction de l'oxygène sur le pyrogallate de potasse.

» 5° *Matière soluble dans l'éther.* — Le liquide concentré par distillation a été agité ensuite avec l'éther à plusieurs reprises; l'éther décanté, filtré, évaporé, a donné une matière extractive pesant $0^{gr},315$ (après dessiccation sur l'acide sulfurique concentré). Cette matière a été analysée; elle a donné sur 100 parties

$$C = 48,22; \qquad H = 4,32; \qquad O = 47,46;$$

ce qui répond sensiblement aux rapports $(C^4H^4O^3)^n$; soit :

$$C = 48,0; \qquad H = 4,0; \qquad O = 48,0.$$

» Le poids de cette matière, d'après ce qui précède, s'élevait à 10 centièmes de celui du pyrogallol.

» Un autre essai, effectué sur un poids de pyrogallol onze fois moindre, a fourni 9,3 centièmes.

» 6° *Matière soluble dans l'eau.* — Le liquide épuisé par l'éther a été concentré à 50^{cc} environ et additionné de trois fois son volume d'alcool absolu, afin de précipiter le sulfate de potasse; on a filtré et lavé à l'alcool à plusieurs reprises. On a distillé l'alcool et ramené les liqueurs à 50^{cc}. Sur 10^{cc} on a déterminé (par pesée de sulfate de baryte) l'acide sulfurique excédant et on l'a précipité complètement, dans la totalité du liquide, par une dissolution équivalente de baryte caustique. On a évaporé la dernière liqueur, d'abord au bain-marie, puis dans le vide sec jusqu'à poids constant. Il est resté une matière brune, solide, amorphe, pesant $2^{gr},71$, exempte de cendre : soit 86 centièmes du poids du pyrogallol. D'après analyse, elle contenait sur 100 parties

$$C = 46,85; \qquad H = 4,04; \qquad O = 49,11.$$

» Dans un autre essai, effectué sur $0^{gr},270$ de pyrogallol, le rendement a dépassé 80 centièmes et la matière renfermait

$$C = 46,6; \qquad H = 3,8; \qquad O = 49,7.$$

Ces nombres conduisent aux rapports $(C^5H^5O^4)^n$, soit

$$C = 46,51; \qquad H = 3,87; \qquad O = 49,62.$$

» On peut admettre $C^{20}H^{20}O^{16}$, représentant le terme extrême de l'oxydation. En fait, ce corps, joint à l'acide carbonique, en constitue le

produit principal. Mais, avant d'examiner la question de plus près, résumons les résultats des analyses précédentes dans un Tableau, qui en mettra en évidence les éléments, afin de vérifier si aucun produit essentiel ne nous a échappé.

» État initial : $C^6H^6O^3 + O^3$, soit $126 + 48 = 174$;

$$C = 72; \qquad H = 6; \qquad O = 96.$$

» État final :

gr		C.	H.	O.
49,6	CO^2	13,5	0	36,1
0,9	CO	0,4	0	0,5
12,6	$(C^4H^4O^3)^n$	6,2	0,5	5,9
108,4	$(C^5H^5O^4)^m$	50,9	4,4	53,3
0,8	Produit précipité par l'acide sulfurique.	0,5	0,04	0,46
172,3		71,5	4,9	96,2

» Le carbone et l'oxygène se retrouvent sensiblement. Mais il y a un déficit sur l'hydrogène, s'élevant au cinquième environ : ce qui signifie que pendant le cours des traitements et évaporations, au contact de l'air, le produit a éprouvé une oxydation partielle, qui lui a enlevé, sous forme d'eau, le cinquième de son hydrogène. Nous devrons donc ajouter au système initial 9^{gr} d'oxygène et au système final 10^{gr} d'eau formée : ce qui donne pour le système initial

$$C^6H^6O^3 + O^{3,5}$$

pesant 183^{gr}, dont 105^{gr} d'oxygène; et pour le système final $182^{gr},3$, dont 10^{gr} d'eau.

» La composition des produits isolés conduit aux mêmes combinaisons et permet de les préciser davantage. En effet, le produit principal, plus riche en oxygène et plus pauvre en carbone, répond à la formule brute $C^5H^5O^4$, c'est-à-dire qu'il est formé d'après l'équation

$$n(C^6H^6O^3 + O^{3,5}) = (C^5H^5O^4)^n + n(CO^2 + \tfrac{1}{2}H^2O),$$

laquelle correspond sensiblement aux quantités d'acide carbonique et d'eau formées; sauf un léger excès sur lequel je vais revenir.

» La formule brute $C^5H^5O^4$ doit être évidemment multipliée par un coefficient élevé pour représenter le poids moléculaire du composé. La formule véritable est probablement $C^{20}H^{20}O^{16}$, qui répond à un degré plus avancé d'oxydation que le composé signalé plus haut aux débuts de la

réaction, $C^{20}H^{20}O^{11}$. Ajoutons que ce dernier diffère de la purpurogalline $C^{20}H^{16}O^{9}$ par deux molécules d'eau.

» Tous ces composés se rattachent ainsi à une même constitution et dérivent du pyrogallol par des équations similaires, qui rendent compte de la formation jusqu'ici inexpliquée de la purpurogalline :

Purpurogalline ..... [1] $4C^6H^6O^3 + 9O = C^{20}H^{16}O^9 + 4CO^2 + 4H^2O$ (1)
Son hydrate ..... [2] $4C^6H^6O^3 + 9O = C^{20}H^{20}O^{11} + 4CO^2 + 2H^2O$
Composé suroxyde.... [3] $4C^6H^6O^3 + 14O = C^{20}H^{20}O^{16} + 4CO^2 + 2H^2O$

» Le carbone de quatre molécules de pyrogallol est ainsi condensé dans les produits de leur transformation. Mais il est probable que cette condensation n'est pas directe, c'est-à-dire qu'elle s'effectue, comme d'ordinaire, par l'intermédiaire d'un principe aldéhydique, tel qu'un quinon, formé tout d'abord. Soit le trioxyquinon

$$C^6H^4O^5, \text{ équivalant à } C^6H^6O^6 - H^2O,$$

engendré par la fixation de O^3. Ce composé serait altérable sous les influences successives des alcalis et des acides, comme l'est le quinon ordinaire, et il se dédoublerait avec condensation :

$$4C^6H^4O^5 = C^{20}H^{16}O^{12} + 4CO^2;$$

le produit fixant aussitôt 2 molécules d'eau, $2H^2O$, et 2 atomes d'oxygène libre, O^2, pour fournir le composé final analysé $C^{20}H^{20}O^{16}$.

» Les poids relatifs des produits sont conformes à cette manière de concevoir les phénomènes.

» Abordons maintenant la formation du composé secondaire, soluble dans l'éther, $(C^4H^4O^3)^n$. A première vue, ce composé dérive du composé principal par oxydation et perte d'acide carbonique

$$C^5H^5O^4 + O^{1,5} = C^4H^4O^3 + CO^2 + \tfrac{1}{2}H^2O,$$

ou plutôt

$$[4] \qquad C^{20}H^{20}O^{16} + 6O = C^{16}H^{16}O^{12} + 4CO^2 + 2H^2O.$$

---

(1) La purpurogalline se produit dans une multitude de circonstances; mais l'équation de sa formation n'a pas été précisée jusqu'ici. Dans une oxydation ménagée, la fixation d'oxygène correspondante peut être moindre, avec formation d'un produit complémentaire, qu'une oxydation plus profonde transformerait en eau et acide carbonique, conformément à l'équation [1]. Divers corps analogues, d'ailleurs, paraissent avoir été confondus avec la véritable purpurogalline de A. Girard et de Clermont.

» En admettant cette formation, nous devrons ajouter à l'acide carbonique, formé en même temps que le poids du composé $C^{20}H^{20}O^{18}$, retrouvé à la fin, une proportion nouvelle renfermant 1,55 de carbone et 4,0 de carbone.

» D'après l'équation [3], la dose de l'acide carbonique devrait s'élever à 44^{gr}, renfermant 12^{gr} de carbone et 32^{gr} d'oxygène; et, d'après l'équation [4], on y ajoutera $5^{gr},55$ d'acide carbonique, ce qui fait en tout $49^{gr},55$. Or nous avons trouvé $49^{gr},6$; ce qui concorde très bien (1).

» Les observations et les dosages qui viennent d'être exposés rendent un compte aussi complet que possible de l'oxydation du pyrogallol, sous l'influence de l'oxygène libre, et la rattache à la formation si générale de la purpurogalline. Ils mettent en même temps en évidence la tendance de la molécule pyrogallique, dérivée régulière de celle de la benzine, à se scinder par une oxydation qui détruit le système cyclique fondamental. On peut concevoir cette destruction de la façon suivante : Sur les trois molécules d'acétylène, qui ont concouru par leur soudure à constituer une molécule de benzine, c'est-à-dire un polymère relativement saturé, deux sont brûlées et changées en acide carbonique et en eau, tandis que le résidu de la troisième demeure soudé avec trois autres molécules du pyrogallol initial, de façon à constituer un système cyclique nouveau et plus compliqué, de l'ordre du triphényléthane.

» Il serait facile de construire une formule dite *de constitution* qui représentât cette condensation moléculaire. En tout cas, les transformations de ce genre, dans la série aromatique, ne sont pas sans exemple et elles méritent toute l'attention des chimistes. »

PHYSIOLOGIE. — *La Chronophotographie appliquée à l'étude des actes musculaires dans la locomotion.* Note de M. **Marey**.

« Le but final des applications de la Chronophotographie à l'étude de la locomotion n'est pas seulement de nous faire connaître les attitudes réelles

---

(1) La dose d'oxyde de carbone formée est trop petite pour qu'il soit possible d'en préciser l'origine. Peut-être résulte-t-elle d'un simple dédoublement d'une portion du système $(C^5H^5O^4 + \frac{1}{2}O)^n$ en $(C^4H^4O^3 + CO + \frac{1}{2}H^2O)^n$. Ce dédoublement ne modifierait pas sensiblement les données calculées pour représenter les résultats trouvés dans nos expériences.

de l'animal en mouvement. La portée de cette méthode est plus grande; elle permet, en effet, de déterminer les actes qui se passent à l'intérieur des membres, les mouvements des leviers osseux, les allongements et les raccourcissements alternatifs des différents groupes musculaires. Elle nous fait assister ainsi au jeu des forces motrices dont la progression de l'animal et le mouvement de ses membres ne sont que les effets.

» Pour obtenir ces renseignements complexes, la marche à suivre est un peu laborieuse, mais les résultats qu'elle donne valent bien quelques efforts. Voici la série des opérations nécessaires pour obtenir les renseignements dont je viens de parler.

» Il faut : 1° Recueillir, par la Chronophotographie, la série des attitudes que prend l'animal aux instants successifs d'un pas de l'allure étudiée;

» 2° Sacrifier l'animal et préparer son squelette;

» 3° Photographier, à la même échelle que l'animal lui-même, le squelette des membres à l'état frais, puis les pièces de ce squelette sèches et préparées;

» 4° Disposer en série les silhouettes des attitudes successives de chaque membre, chacune de ces attitudes occupant sur le papier la position qu'elle avait dans l'espace aux instants successifs considérés;

» 5° Découper, sous forme de gabarits, les images photographiques des différentes pièces osseuses et les disposer dans chacun des profils des membres, de façon que le squelette occupe dans ces profils la position unique imposée pour chaque attitude, puis dessiner dans ce profil le squelette avec la position qui lui appartient;

» 6° Rechercher, pour chaque muscle, le point qui correspond à ses insertions moyennes;

» 7° Joindre par une ligne les deux points qui correspondent aux insertions d'un même muscle; ces lignes auront des longueurs variables suivant l'attitude du membre et permettront de savoir, en chaque cas, quels muscles se raccourcissent et quels autres s'allongent;

» 8° Enfin tracer la courbe des changements de longueur des différents muscles en portant en ordonnées ces longueurs aux instants successifs comptés sur l'axe des x.

» Le résultat de cette série d'opérations est de nous montrer quels sont, chez un animal, les muscles dont l'action est synergique, et quels muscles sont antagonistes, et enfin comment se succèdent, coïncident ou alternent ces actions musculaires pour produire le mouvement considéré.

» La connaissance de ces actes physiologiques explique et complète les

notions cinématiques et mécaniques fournies déjà par l'emploi de la Chronophotographie et par celui des dynamomètres enregistreurs.

» De plus longs développements sont maintenant nécessaires pour motiver chacune des opérations qui viennent d'être énumérées et pour en décrire l'exécution.

» Je prendrai pour exemple les études faites sur le cheval.

» Il faudra, nous l'avons dit, posséder le squelette de l'animal même dont on a soumis les allures à la Chronophotographie. Cela constitue la plus grande difficulté de l'expérience, si l'on opère sur un animal de prix. Une circonstance favorable est venue lever cette difficulté.

» Les étalons des haras de l'État, lorsqu'on les réforme, doivent être abattus; M. le professeur Le Hello a pu ainsi obtenir que l'étalon *Tigris*, du haras du Pin, fût envoyé à la Station physiologique pour y être abattu dès qu'on aurait photographié ses allures. Des séries d'images ont été prises au pas et surtout au trot, car *Tigris* était un trotteur, et c'est à cette allure seulement qu'il développait toutes ses qualités.

» La *fig.* 1 montre des séries chronophotographiques prises sur divers chevaux libres ou montés, à différentes allures.

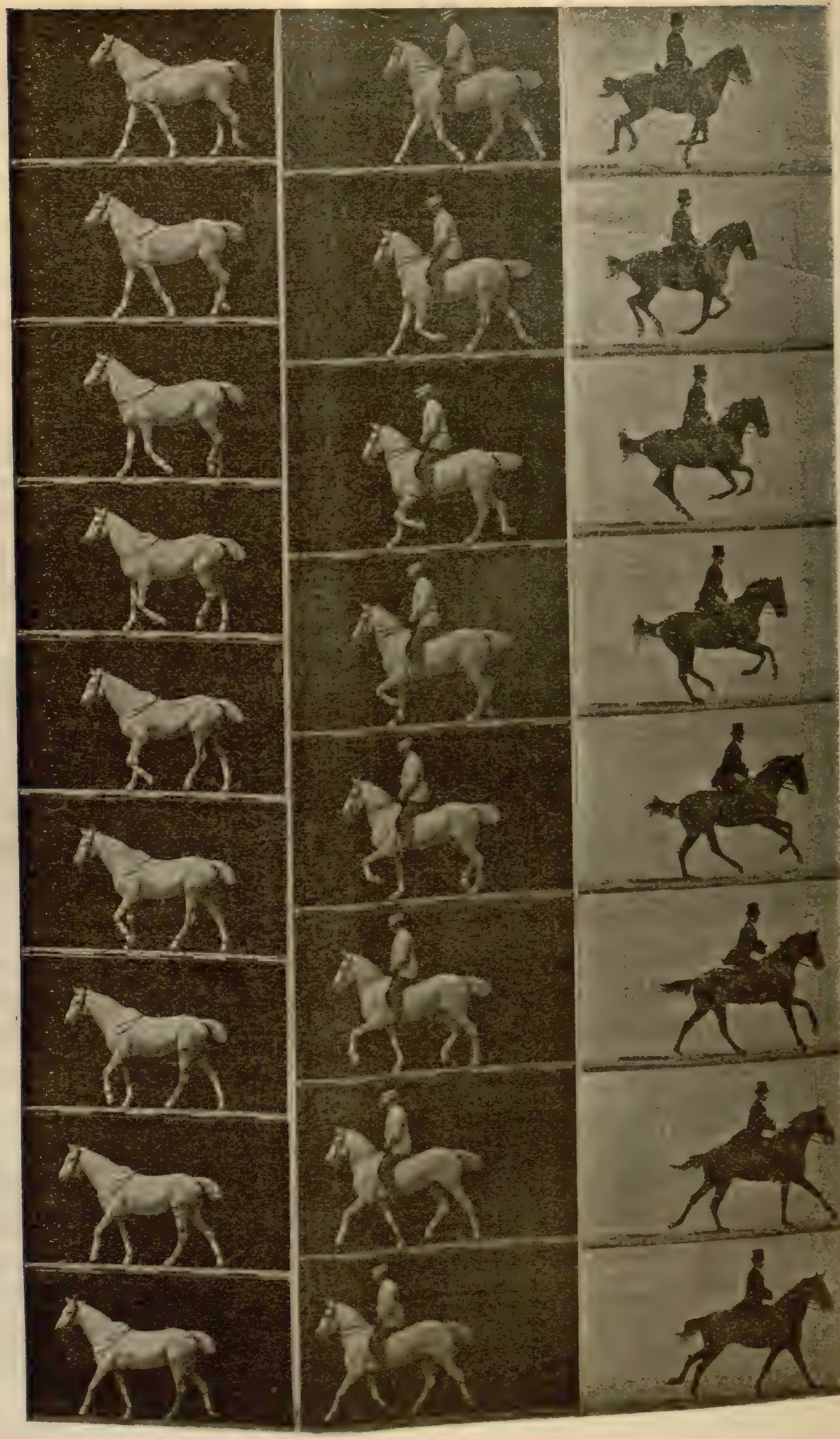
» Sur ces images séparées, il serait difficile de saisir les changements qui se sont produits entre deux attitudes successives; j'ai donc recouru à un procédé qui rassemble sur une seule feuille de papier ces images diverses, en donnant à chacune la position qu'elle occupait par rapport aux autres; enfin, pour éviter la confusion, j'ai étudié séparément l'action de chacun des membres, sauf à recombiner ultérieurement ces figures partielles pour en restituer l'ensemble.

» Le Tableau I, *fig.* A, montre la série des attitudes du membre antérieur droit pendant la durée d'un pas. Voici comment elle a été obtenue :

» La bande pelliculaire qui porte la série des images chronophotographiques est placée dans une lanterne à projection; le faisceau lumineux, réfléchi sur un miroir à 45°, forme l'image du cheval sur une feuille de papier à dessin horizontale. On suit à la plume le contour de l'image représentant la tête et le membre antérieur droit du cheval; on trace également la ligne du sol et, sur cette ligne, un petit trait vertical qui servira de repère dans les projections ultérieures. La première image qu'on décalque est la dernière de celles qui correspondent à la durée d'un pas.

» Passant à l'image n° 2 (celle qui précédait immédiatement la silhouette qu'on vient de décalquer), on dispose la planche à dessin de façon que

Fig. 1. — Allures diverses du cheval (Chronophotographie).



cette seconde image soit bien placée, ce que l'on juge par la parfaite coïncidence de deux *repères :* d'une part, la ligne du sol doit se superposer à celle qui est déjà tracée, et, d'autre part, le repère de la seconde image doit se superposer à celui de la première. On dessine alors le contour de l'image n° 2 en ponctuant les parties qui sont censées recouvertes par l'image précédente. La troisième image est dessinée de la même manière, puis la quatrième, jusqu'à ce qu'on ait reproduit un nombre d'attitudes au moins égal à celui qui correspond à la durée d'un pas.

» Ces décalques, ainsi rassemblés, rappellent les résultats que donne la Chronophotographie sur plaque fixe (1), mais avec cet avantage qu'ils ne produisent pas de confusion. En effet, les images d'un cheval blanc photographié sur plaque fixe au-devant d'un champ noir, à des intervalles de temps égaux, tendent à se confondre entre elles, d'autant plus que les quatre membres de l'animal viennent tour à tour passer à peu près à la même place. Au contraire la série des projections repérées donne les attitudes de l'animal d'une manière aussi parfaite, mais sans aucune confusion : d'abord parce qu'on ne reproduit que les attitudes d'un seul membre, et, en outre, parce que, en les dessinant, on a soin d'indiquer par des lignes ponctuées les parties de chaque image qui sont censées recouvertes par l'image située plus en avant.

» Il s'agit maintenant de représenter dans ces figures la série des attitudes des diverses pièces du squelette. Aussitôt abattu, *Tigris* fut disséqué : on détermina le poids de ses divers muscles pour des études ultérieures, et le squelette des membres fut préparé en conservant toutes les articulations. On plaça ce squelette devant l'appareil photographique et l'on en prit les images à la même échelle que pour les positions successives de l'animal vivant.

» L'image du squelette fut projetée elle-même, et le dessin qu'on fit, d'après cette projection, fut collé sur de la carte mince et découpé de façon à donner une série de gabarits. Chacun de ces gabarits représentait le profil d'un os, avec les dimensions convenables pour qu'on puisse le loger à sa place dans les contours de la *fig.* B (2).

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 19 mai 1884.

(2) Des tentatives infructueuses m'avaient montré qu'il est à peu près impossible d'employer les gabarits des pièces osseuses faits d'après le squelette d'un cheval quelconque. Les proportions des différents os changent en effet, d'un animal à l'autre,

» Dans l'étude de *Tigris*, tout se passa de la façon la plus simple. On superposa la série des gabarits depuis le sabot jusqu'à l'épaule, et, pour chaque attitude, on constata que les pièces osseuses qui forment un relief visible sous la peau d'un cheval vivant se trouvaient, sur les images, exactement aux places qu'elles devaient occuper. Le Tableau I (*fig.* C) montre déjà le jeu des divers segments osseux du membre et les mouvements des articulations; or cette connaissance va nous conduire à celle des actions musculaires.

» En effet, suivant que les angles articulaires s'ouvrent ou se ferment, les insertions de certains groupes musculaires s'écartent ou se rapprochent les unes des autres, et les muscles correspondants s'allongent ou se raccourcissent. On détermina donc, sur chacune des pièces du squelette, la place des insertions musculaires. Cette étude avait déjà été faite avec grand soin par le professeur Barrier qui, dans un atlas, a figuré par des teintes diverses, sur chacun des os, les surfaces qui fournissent des insertions musculaires.

» Les centres de figure de ces surfaces d'insertion peuvent être considérés comme les points où s'attacherait une fibre unique dont l'action serait identique à celle du muscle tout entier.

» Il est donc facile de représenter sur le squelette l'état de raccourcissement ou d'allongement de chaque muscle, d'après la longueur de la droite qui joint entre elles les deux attaches extrêmes de ce muscle. C'est ce qui a été fait Tableau I (*fig.* D). Ces courbes ont été obtenues en portant sur l'axe des x, en chaque point correspondant à l'un des instants du pas, une ordonnée négative dont la longueur est proportionnelle à celle du muscle considéré. Chacune des courbes correspond aux variations de la longueur d'un muscle (¹). Des lettres communes servent à désigner chaque muscle et la courbe qui lui correspond. Ainsi A désigne le triceps brachial et sa courbe, B le biceps, C le sus-épineux et D le grand rond.

---

d'une façon très marquée; il s'ensuivait qu'on ne pouvait pas loger dans le contour des membres d'un cheval les formes osseuses d'un animal étranger.

(¹) Comme tout muscle est formé de parties à longueur fixe, les tendons, et de parties à longueur variable, les fibres rouges, on a défalqué dans ces images deux longueurs égales et constantes aux extrémités de chaque muscle; ces parties ont été représentées par des traits fins. La partie centrale, au contraire, représentant la fibre contractile, a été marquée d'un trait épais. Cette disposition a pour avantage de rendre plus sensibles les variations absolues de longueur en les faisant porter sur une ligne plus courte.

» Enfin, au-dessous des courbes on a tracé la *notation* des appuis et levés du pied; un trait noir horizontal exprime la durée des appuis, tandis que celle des levés est laissée en blanc (¹).

» Les figures superposées du Tableau I expriment les actions du membre antérieur, et celles du Tableau II les actions du membre postérieur, à l'allure du *pas*. Pour le membre postérieur, les groupes musculaires représentés sont : A ischio-tibiaux, B muscles rotuliens, C muscles gastrocnémiens; les mêmes lettres désignent les courbes de chacun de ces muscles.

» Les Tableaux III et IV représentent les mêmes actions à l'allure du *trot*.

» Les dessins de toutes ces figures ont été faits à une grande échelle pour en faciliter l'analyse. Nous essayerons toutefois de montrer sur ces petites images les renseignements qu'elles donnent relativement au mécanisme de la locomotion du cheval.

» A. Les silhouettes seules montrent déjà que, dans les allures du *pas* et du *trot*, les membres ont une durée d'appui et de suspension inégale (fait rendu plus net et plus précis sur les notations de ces allures). Dans le trot, en effet, quatre images d'ordinaire correspondent au levé et trois à l'appui; dans le pas, quatre à l'appui et trois au levé.

» Elles montrent aussi qu'à l'allure du *pas* le membre est plus près de la verticalité quand il pose sur le sol qu'à la fin de son appui, circonstance favorable à la propulsion de l'animal;

» Que, pendant le levé, le thorax de l'animal s'abaisse d'abord, puis s'élève, ce dernier temps coïncidant avec un abaissement de la tête;

» Que les pieds d'avant et d'arrière suivent des trajectoires très analogues, sauf une plus grande hauteur pour la courbe des pieds d'arrière.

» B. Les figures qui représentent les pièces du squelette contenues dans la silhouette du membre étaient une construction indispensable, mais nécessairement trop confuse pour qu'on en dégage aisément ce que montrent avec clarté les figures suivantes.

» C. Les figures représentant les attitudes du squelette montrent comment, au début du levé, le poids du membre antérieur abaisse l'omoplate qui, vers la fin de cette période, se relève. Or, on a vu, sur les silhouettes A, comment cette élévation coïncide avec l'abaissement de la tête; ces deux actes sont la conséquence nécessaire de la contraction des muscles scapulo-cervicaux; ils ont pour effet d'empêcher le pied de rencontrer le sol prématurément.

(¹) Voir, pour la manière d'obtenir ces notations et pour leur signification aux diverses allures, *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 883-887 et 1115-1119; 1872.

TABLEAU I. — *Tigris au pas* (membre antérieur droit).

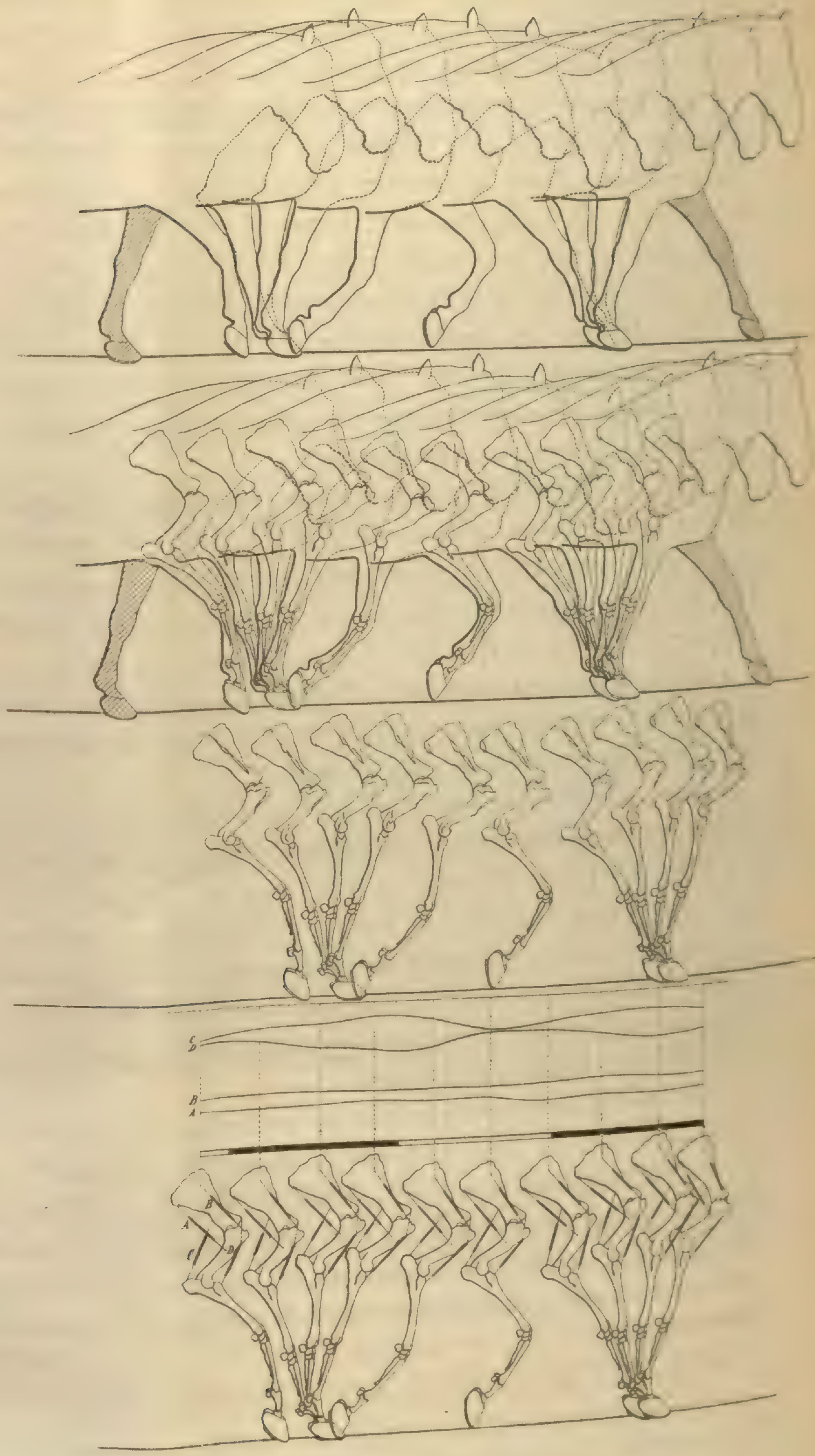


Fig. A.

Attitudes successives du membre antérieur droit au *pas*.

Fig. B.

Disposition des silhouettes du squelette dans celles du membre.

Fig. C.

Positions du squelette pour chaque attitude.

Fig. D.

Attitudes du squelette et courbes des variations de longueur des muscles; notations des appuis et levés du pied.

Fig. A.

Attitudes successives du membre postérieur droit au *pas*.

Fig. B.

Disposition des silhouettes du squelette dans celles du membre.

Fig. C.

Positions du squelette pour chaque attitude.

Fig. D.

Attitudes du squelette.
Notation :
courbes musculaires :
A, ischiotibiaux ;
B, m. rotuliens ;
C, m. gastrocnémiens.

TABLEAU III. — *Tigris au trot* (membre antérieur droit).

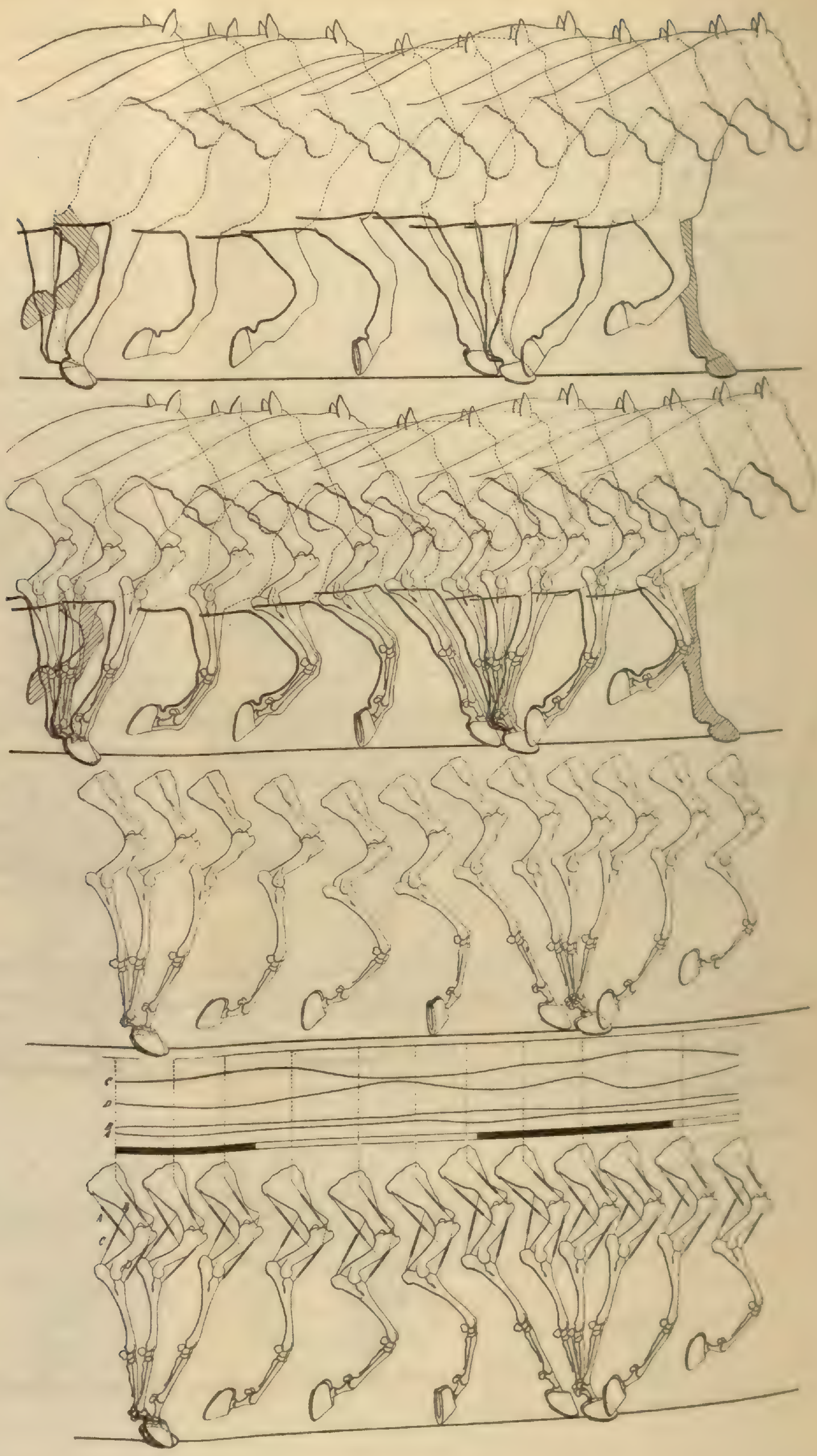


Fig. A.

Attitudes du membre antérieur droit au *trot*.

Fig. B.

Positions du squelette dans le membre antérieur.

Fig. C.

Attitudes successives du squelette seul.

Fig. D.

Squelette. Notation : courbes musculaires du membre antérieur droit. A, grand rond; B, sus-épineux; C, triceps; D, biceps.

TABLEAU IV. — *Tigris au trot* (membres postérieurs).

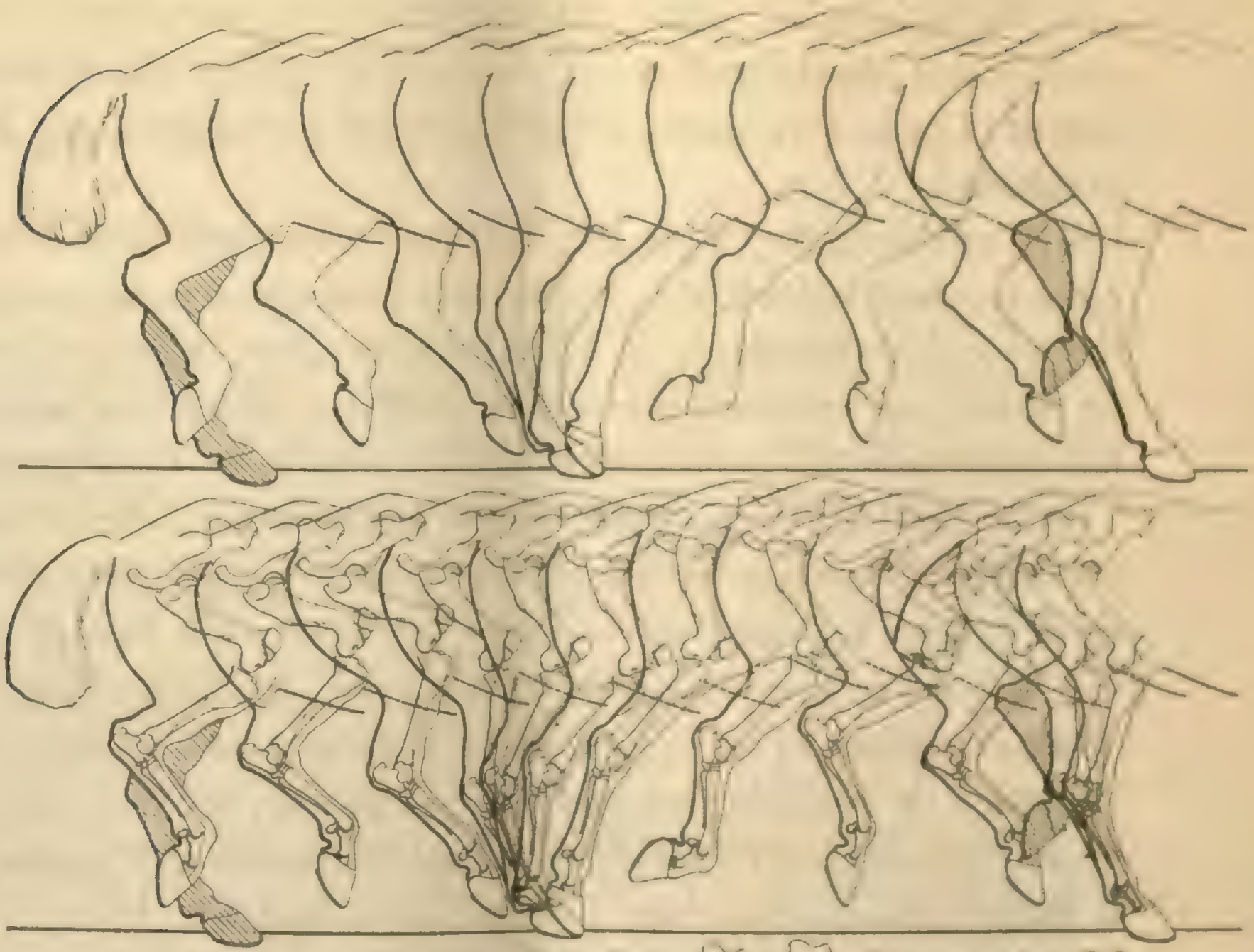


Fig. A.

Attitudes du m. postérieur droit au *trot*.

Fig. B.

Positions du squelette pour chaque attitude.

Fig. C.

Attitudes du squelette seul.

Fig. D.

Squelette. Notation : courbes musculaires du membre postérieur droit. A, ischiotibiaux ; B, rotulien ; C, gastrocnémiens.

» Aux membres postérieurs, des oscillations analogues s'observent du côté de la hanche; elles ont la même fonction, mais sont dues à un mouvement de balancement du bassin autour de son axe antéro-postérieur. Ces mouvements avaient déjà été démontrés par la Chronophotographie.

» L'analogie, déjà signalée, dans les trajectoires des pieds d'avant et d'arrière pendant le levé, s'explique par l'analogie des mouvements des articulations cubito-humérale et tibio-tarsienne. Or, bien que ces articulations ne soient pas anatomiquement homologues, elles ont acquis, ainsi que le fait remarquer M. Baron, une sorte d'homologie fonctionnelle.

» D. Les figures qui représentent les insertions des divers groupes musculaires font voir que les muscles de l'épaule qui agissent sur le bras, et ceux du bassin qui agissent sur la jambe, ne sont point homologues au point de vue de leurs insertions. Au membre d'avant, le sus-épineux et le grand rond *a* et *b* s'insèrent à l'humérus très près de sa tête et n'agissent que sur l'articulation de l'épaule; au membre postérieur, les muscles ischio-tibiaux *a* et le droit antérieur (rotulien) *b* vont du bassin à la jambe en franchissant le fémur; ils agissent donc à la fois sur la hanche et sur le genou.

» Malgré ces différences anatomiques, *a* et *b* se comportent aux deux membres de façon analogue, *a* se relâchant quand *b* se contracte et inversement. Cette alternance se constate aisément sur les courbes *a* et *b* qui convergent et divergent tour à tour; cette relation s'observe aux deux membres et à toutes les allures. C'est un nouvel exemple d'homologies physiologiques dans des organes qui ne sont pas similaires au point de vue anatomique.

» La courbe *c* du membre postérieur présente très peu d'inflexions; et les faibles ondulations qu'elle montre sont exclusivement dans le sens du raccourcissement. L'extension de ce muscle, quand il se relâche, est donc limitée. Or il existe une disposition anatomique des muscles gastrocnémiens qui rend compte de cette particularité physiologique :

» A l'intérieur de ces muscles règne, sur toute la longueur, une corde tendineuse inextensible qui ne s'oppose point à leur raccourcissement, mais limite leur allongement. Cette corde inextensible assure la solidarité des mouvements du genou et du pied, dont la flexion et l'extension sont associées chez le cheval, l'extension du genou commandant celle du pied.

» Il n'y a pas lieu de prolonger davantage l'énumération des renseignements qu'on peut tirer de ces sortes de figures; elles ont déjà fourni à M. Le Hello les éléments de sa théorie de la propulsion par les membres

antérieurs et postérieurs (1); une étude approfondie y fera trouver sans doute des éléments nouveaux pour mieux comprendre le mécanisme compliqué de la locomotion animale. »

ZOOLOGIE. — *L'origine des Vertébrés;* par M. **Edmond Perrier.**

« Depuis les recherches de Kowalevsky (1866), on a successivement fait descendre les Vertébrés d'êtres indéterminés (*Scolecida*) qui auraient en même temps engendré les Tuniciers (Hæckel, 1866); des Vers annelés (Semper, Balfour, 1874; Dohrn, 1875; E. Perrier, 1881; Leydwick Minot, 1897); des Mérostomés primaires (Albert Gaudry, 1883); des *Balanoglossus* (Bateson, 1884); des Némertes (Hubrecht, 1887); des Arachnides (Patten, 1891); des Crustacés (Gaskell, 1891); d'un animal voisin des Appendiculaires (Brooks, 1893, Willey, 1894).

» De pareilles divergences supposent évidemment ou que les principes de la Zoologie sont encore mal définis, ou bien qu'ils sont trop fréquemment perdus de vue, ou bien encore que l'on ne s'est pas suffisamment préoccupé de préciser la nature des caractères des Vertébrés, dont il fallait demander l'explication aux formes ancestrales. Nous voudrions établir ici qu'une application rigoureuse de principes incontestés conduit à une solution unique du problème et que cette solution est de tous points satisfaisante.

» Tout Vertébré présente les caractères essentiels suivants :

» 1° Le corps est bilatéralement symétrique et métaméridé dans toute sa longueur; 2° des cils vibratiles tapissent une étendue importante de ses surfaces externes ou internes, notamment les surfaces respiratoires; 3° durant la période embryonnaire, tout au moins, la région antérieure du tube digestif communique toujours, par des fentes latérales, avec l'extérieur; 4° l'appareil circulatoire est clos et présente un cœur situé au-dessous du tube digestif; 5° l'appareil sécréteur est constitué par un système de conduits qui se répètent, chez l'embryon, sur toute la longueur du corps et fournissent à l'appareil génital ses conduits excréteurs; 6° au-dessus du tube digestif s'étend, chez l'embryon, un cordon cellulaire plein, la *corde dorsale*, autour duquel se forment les vertèbres de l'animal adulte; 7° au-dessus de la corde dorsale se trouve le système nerveux central entière-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1356-1360; 8 juin 1896.

ment situé d'un même côté du tube digestif, dépourvu de collier œsophagien et présentant un volume considérable; 8° par rapport au monde extérieur, le cœur et l'axe nerveux longitudinal occupent, chez les Vertébrés et les Invertébrés segmentés, une position inverse, de telle façon que, si l'on appelle *ventrale* la face du corps tournée vers le sol, et *dorsale* la face opposée, l'axe nerveux est dorsal chez les Vertébrés, ventral chez les animaux segmentés, et les vaisseaux contractiles occupent la face du corps opposée au système nerveux.

» Ces caractères sont les seuls qui soient communs à tous les Vertébrés, y compris l'*Amphioxus*, et, comme personne ne conteste que tous ces animaux puissent être facilement dérivés des plus simples d'entre eux, une fois ces huit groupes de caractères expliqués, on doit admettre que la théorie du Vertébré est faite; inversement, toute généalogie qui n'expliquerait pas ces huit groupes de caractères doit être rejetée.

» 1° *Métamérisme du corps des Vertébrés*. — Quelle que soit la cause du métamérisme, cause que nous examinerons dans une prochaine Communication, la formation des segments chez tous les animaux métamérides est un phénomène précoce de développement, le mécanisme même grâce auquel le corps se constitue; par ce procédé se forment de nombreux organismes dont les segments peuvent ensuite s'effacer, mais un organisme non formé par ce procédé ne se recoupe jamais en segments bien définis, une fois qu'il s'est constitué. La loi de patrogonie (répétition de la généalogie par l'embryogénie), loi fondamentale universellement acceptée, s'oppose donc à ce qu'on puisse attribuer aux Vertébrés un ancêtre dont le corps ne serait pas nettement segmenté à l'état adulte, ou tout au moins plurisegmenté durant la période embryonnaire. Cela exclut déjà les Némertes, les Balanoglosses et les Appendiculaires et ne laisse subsister que les Arthropodes et les Vers annelés. A la vérité, chez les embryons de ces animaux, les cloisons des segments sont complètes, tandis qu'elles sont limitées à la moitié dorsale du corps chez ceux des Vertébrés; mais l'embryogénie de l'*Amphioxus* montre que c'est là un effet de la *tachygénèse* ou *accélération embryogénique*. La segmention des embryons d'*Amphioxus* est d'abord complète (Hatschek), identique, par conséquent, à celle des Vers annelés; puis la partie ventrale des cloisons se résorbe; cette disposition est réalisée d'emblée chez les Vertébrés proprement dits.

» 2° *Les cils vibratiles*. — Toute l'organisation des Arthropodes est en quelque sorte dominée par la propriété qu'ont leurs éléments épithéliaux d'accumuler, dans leur région superficielle, de la chitine qui mortifie cette

région et la rend impropre au développement des cils vibratiles. Cette propriété se manifeste chez eux presque dès le début du développement embryonnaire (*Nauplius*); elle a rendu nécessaires les mues qui ont à leur tour provoqué les métamorphoses; l'absence des cils a dû être suppléée par la formation de pattes articulées, mues par des muscles striés et tenant sous leur dépendance l'appareil respiratoire. Au moins à partir de la période précoce que représente dans leur ontogénie le *Nauplius*, les Arthropodes ont donc évolué dans une direction toute particulière et sont demeurés isolés de tous les animaux dont les épithéliums sont demeurés en tout ou en partie ciliés. Si la loi de patrogonie est exacte, ce que personne ne conteste, il ne saurait exister au delà des Rotifères (Scirtopoda) de forme de passage entre eux et la longue série ininterrompue des Néphridiés qui va des Rotifères aux Vertébrés inclusivement. Cela les exclut de la lignée des Vertébrés dont les apparentes ressemblances avec les Mérostomés, les Arachnides ou les Crustacés ne sont que des cas de convergence. En particulier, les boucliers protecteurs des Poissons placoïdes sont de véritables os formés dans le derme et non un simple revêtement épidermique comme les pièces de la carapace des Arthropodes.

» 3° *Fentes branchiales*. — La présence de fentes branchiales latérales chez les Balanoglosses et chez les Appendiculaires a été l'un des grands arguments qui ont été invoqués en faveur de leur parenté avec les Vertébrés. Cette parenté est indéniable pour les Appendiculaires, mais l'absence de segmentation embryonnaire chez ces animaux établit (loi de patrogonie), comme nous l'avons fait déjà remarquer, qu'ils sont non des Vertébroïdes ancestraux, mais des Vertébroïdes dégradés; la même remarque s'appliquerait aux Balanoglosses, au cas où l'on admettrait comme réelles les ressemblances qu'on s'est *efforcé* de trouver entre eux et les Vertébrés en dehors de leurs fentes branchiales. Mais cette dernière ressemblance est elle-même suspecte. Les fentes branchiales des Vertébrés et les fentes branchiales primaires et secondaires de l'*Amphioxus* se répètent, en effet, exactement comme les métamérides; bien que l'embryon des Balanoglosses présente des traces manifestes de métamérídation, il n'y a aucun rapport entre les métamérides et les fentes branchiales. Cela s'expliquerait, à la rigueur, comme le montre la discordance qui survient finalement chez l'*Amphioxus* lui-même, dans l'hypothèse d'une dégénérescence des Balanoglosses, non dans celle qui en fait un ancêtre. L'absence de fentes branchiales chez les Vers annelés est une objection que l'on peut opposer à la théorie annélidienne des Vertébrés. Elle est facile à lever. Les fentes

branchiales ne sont, en effet, que des orifices adventifs de diverticules latéraux des tubes digestifs. Or de nombreux Vers annelés présentent des diverticules semblables; il s'en produit aussi chez les Turbellariés et les Mollusques nudibranches qui sont des Néphridiés, et ici ces diverticules peuvent s'ouvrir à l'extérieur (*Yungia, Cycloporus,* Æolididæ).

» Les Balanoglosses eux-mêmes, s'ils étaient les ancêtres des Vertébrés, viendraient s'intercaler entre eux et les Vers annelés et témoigneraient de la possibilité de l'apparition de fentes pharyngiennes chez ces derniers. Les phénomènes de bourgeonnement de diverses Ctenodrilidæ, Syllidæ et Serpulinæ, ainsi que des Naidomorpha démontrent d'ailleurs la possibilité de l'apparition d'orifices adventifs du tube digestif chez les Vers annelés proprement dits.

» 4° *Appareil circulatoire.* — Parmi les ancêtres attribués aux Vertébrés, les Vers annelés, les Némertes, les Balanoglosses ont, comme eux, un appareil circulatoire clos; on ne connaît, au contraire, aucun Arthropode dont l'appareil circulatoire ne soit en partie lacunaire. De ce chef, les Arthropodes sont donc exclus une seconde fois. L'appareil circulatoire des Némertiens n'a pas de centre d'impulsion différencié; ce qu'on appelle le *cœur* chez les Balanoglosses est un organe situé du même côté du tube digestif que l'axe nerveux et ne saurait, en conséquence, être homologué avec le cœur des Vertébrés; les Vers annelés présentent donc seuls les relations typiques des centres circulatoires, du tube digestif et de l'axe nerveux que l'on observe chez les Vertébrés.

» 5° *Appareil néphridien.* — L'appareil urinaire des véritables Arthropodes (1) est construit sur un tout autre type que l'appareil néphridien des Vers annelés, des Némertes, de l'*Amphioxus* et des Vertébrés; cet appareil paraît manquer chez les Balanoglosses ainsi frappés d'un nouveau motif d'exclusion; il est formé chez les Vers annelés et chez l'*Amphioxus* de tubes ciliés indépendants s'ouvrant dans la cavité générale d'une part et à l'extérieur d'autre part, et se retrouvant régulièrement soit dans presque tous les segments du corps, soit dans un certain nombre d'entre eux seulement, les segments antérieurs, par exemple (Amphictenidæ, Ampharetidæ, Terebellidæ, *Amphioxus*). Les néphridies des Némertes sont aussi limitées à la région antérieure du corps et viennent s'ouvrir de chaque côté dans un canal collecteur; elles semblent par là se rapprocher davantage de celles des

(1) Les Péripates ne peuvent être rangés parmi eux avec certitude, malgré les récents efforts que l'on a fait pour les en rapprocher.

Vertébrés; mais des dispositions analogues existent chez les Vers anneles (*Loimia medusa, Lanice conchylega*); chez certains Lombriciens (*Octochætus, Perichæta*) et quelques Hirudinées (*Pontobdella*), les néphridies ne forment par tout le corps qu'un seul et même système de tubes réticulés. En outre, chez les Vers annelés, les néphridies se mettent presque toujours plus ou moins au service de l'appareil génital, comme chez les Vertébrés. Chez les Vers de terre (Lumbricimorpha) il s'accomplit même un dédoublement de l'appareil rénal et de l'appareil excréteur des glandes génitales dont j'ai fait, dès 1881 (1), ressortir les analogies avec celui que l'on observe chez les Vertébrés (canal de Wolf et canal de Müller). L'avantage demeure donc aux Vers annelés dont les Némertiens ne sont vraisemblablement d'ailleurs que des formes très modifiées. Les Vers annelés étant désormais seuls en cause, il reste à expliquer comment ils ont pu être le point de départ des dispositions organiques qui sont propres aux Vertébrés.

» 6° *Corde dorsale*. — Si l'on a pu assimiler un instant à la *corde dorsale* des embryons de Vertébrés et des Tuniciers le diverticule entodermique proboscidien des Balanoglosses ou même la trompe des Nemertes, c'est faute d'avoir rigoureusement défini les conditions qui ont amené la formation de la corde et les rapports nécessaires qui résultent de cette formation. L'embryogénie de l'*Amphioxus*, comme celle des Tuniciers, démontre, en effet, que la corde est originairement, non pas un cordon cellulaire, mais toute la région de l'entoderme comprise entre l'ébauche du système nerveux et les deux ébauches du mésoderme. Ces trois ébauches sont trois régions d'actif développement qui ne peuvent emprunter qu'à la plage entodermique comprise entre elles les aliments de réserve qui leur sont nécessaires. En conséquence, les éléments de la plage ainsi circonscrite se vident, se vacuolisent et se mortifient dans une certaine mesure ; le reste de l'entoderme continue au contraire à se développer, par suite glisse au-dessous de la plage inerte, l'élimine de l'entoderme, et c'est cette plage éliminée, dont l'origine est bien nette, qui, par le groupement de ses éléments en cordon, constitue la corde dorsale. La corde ainsi réalisée n'a rien de commun, que la mortification de ces cellules, avec le diverticule entodermique qui pénètre dans la trompe des Balanoglosses et qui a son analogue chez les *Cephalodiscus*. On ne peut pas plus assimiler ces formations à un rudiment de corde qu'on ne pourrait le faire pour le diverticule médian, tout à fait analogue, cette

(1) *Les Colonies animales*, p. 677 et 684.

fois, à celui des Balanoglosses, qu'envoie en avant l'intestin principal de la plupart des Turbellariés polyclades et triclades. Au contraire, on comprendra facilement comment a pu se constituer une corde dorsale chez un Ver annelé dont le système nerveux, exceptionnellement développé, et les ébauches mésodermiques ont été affectés de tachygénèse. Or la formation du système nerveux par une invagination de l'exoderme, celles du mésoderme par deux évaginations de l'entoderme sont des preuves évidentes de l'intervention de la tachygénèse (1). Les proportions considérables prises par le système nerveux fournissent d'ailleurs l'explication des deux derniers caractères distinctifs des Vertébrés.

» 7° *Disparition du collier œsophagien*. — Le volume exceptionnel pris par le système nerveux chez tous les Vertébrés exclut de leur généalogie les Balanoglosses où le cordon axial est, au contraire, réduit à un très court rudiment ne dépassant pas la longueur du collier. Les proportions prises par l'axe nerveux entraînent forcément son développement précoce, sa formation par des procédés rapides. Il se forme, en effet, aux dépens d'une assez large plage exodermique qui s'enfonce au-dessous des régions voisines bien avant que la bouche ne se soit constituée. Le système nerveux ébauché avant la bouche n'a plus à tenir compte, comme il le fait chez les Vers annelés, de l'existence de celle-ci, en se développant autour d'elle. Le collier n'a plus de raison d'être (2) : il disparaît et le cerveau se complétant sur la ligne médiane neurale s'oppose à la formation de la bouche sur cette ligne. C'est la cause du renversement d'attitude des Vertébrés, déjà signalé par Geoffroy Saint-Hilaire.

» 8° *Renversement d'attitude du Vertébré*. — La simple comparaison d'une coupe d'embryon de Squale et d'une coupe de Ver annelé suffit à établir, comme, après Geoffroy Saint-Hilaire, l'a prouvé Semper, que l'inverse disposition des organes dans les deux embranchements s'explique facilement par un simple changement d'attitude. Si l'on envisage l'embryogénie de l'*Amphioxus* telle qu'elle a été décrite par Hatschek et, en dernier lieu, par Willey, en ayant présentes à l'esprit les considérations que nous venons de résumer, non seulement toutes les singularités en apparence inexplicables du développement de cet animal s'éclairent d'elles-mêmes, mais elles montrent par quelle voie a été réalisée l'inversion des Vertébrés

---

(1) Voir *Comptes rendus*, décembre 1896. Rapport sur le Concours du prix Serres, par l'Auteur.

(2) E. Perrier, *Les Colonies animales*, p. 695; 1881.

supérieurs. La bouche de l'*Amphioxus* ne se transporte pas, en effet, d'emblée sur la ligne médiane opposée à celle qu'occupe l'axe nerveux; elle se forme le plus près possible de sa situation primitive, sur le côté gauche du corps. La bouche étant devenue latérale, l'animal ne peut manger qu'à la condition de se coucher sur le côté gauche du corps, ce qui devient son attitude habituelle. D'après le principe de Lamarck (*Usage et défaut d'usage des organes*), dont toute l'histoire des animaux sans vertèbres est d'ailleurs une éclatante confirmation, il résulte de cette attitude nouvelle que les organes des sens de la moitié gauche du corps, plus en rapport avec la nutrition des aliments, se développent seuls : le jeune animal ne présente qu'une fossette olfactive et un organe gustatif (organe de Hatschek), tous deux situés à gauche. Par suite de cette même attitude, toutes les fentes branchiales gauches sont masquées et mises dans l'impossibilité de fonctionner normalement. L'animal est dès lors incité à tordre la région de son corps qui leur correspond, de manière à ramener toutes ses fentes branchiales sur le côté droit. Ceci n'est pas une simple hypothèse; cette torsion, le jeune *Amphioxus* la présente au cours de son développement (Willey), sans qu'aucune nécessité physiologique actuelle puisse l'expliquer; ses deux séries de fentes branchiales, les bandelettes saillantes entre lesquelles elles sont comprises, qui sont les premières traces de la cavité sous-branchiale de l'animal adulte, se forment exclusivement sur le côté droit du corps et dessinent les courbes suivant lesquelles la torsion s'est effectuée. L'application de la loi de patrogonie oblige à conclure que les ancêtres de l'*Amphioxus* ont traversé une période où ils vivaient couchés sur le côté gauche, la bouche appliquée contre le sol, et où ils étaient obligés, pour assurer la régularité de leur respiration, de tordre la région branchiale de leur corps. Cette attitude permanente a déterminé, par suite de la contraction constante de certains muscles et le relâchement de leurs antagonistes, une dissymétrie du corps qui s'est transmise héréditairement (*principe de Lamarck*), et cette phase de l'histoire de l'*Amphioxus* se trouve encore inscrite dans leur développement embryogénique. Plus tard, l'animal a pris l'habitude d'enfoncer dans le sable son extrémité postérieure; il s'est trouvé ramené à vivre dans un milieu homogène; les formes symétriques, agissant d'accord avec une hérédité plus ancienne non combattue par des efforts contraires, et avec la conformation même des régions du corps qui ont échappé à la torsion, ont amené la bouche, par des déformations successives, à se placer dans le plan de symétrie, et, comme elle ne pouvait reprendre sa place sur la ligne médiane dorsale, elle s'est trans-

portée sur la face ventrale. Ainsi s'est trouvée préparée l'attitude nouvelle et le retour à une symétrie parfaite des Vertébrés descendant de l'*Amphioxus* ou de Vertébroïdes analogues (1). »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes pour l'année 1897.

MM. **Maurice Lévy** et **Mascart** réunissent l'unanimité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Delaurier** soumet au jugement de l'Académie une Note ayant pour titre : « Recherches sur la navigation aérienne sans ballons. »

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

---

(1) Ce dernier, à l'état adulte, n'a pas encore retrouvé cette symétrie, comme en témoignent la présence, sur le côté gauche du corps, d'une fossette olfactive unique, la continuité de la moitié droite du capuchon oral avec l'expansion céphalique de la nageoire, la continuité de la seule métapleur droite avec la nageoire ventrale, le chevauchement des segments musculaires droits et gauches et, enfin, l'avortement des organes génitaux, du côté gauche, chez l'*Amphioxus cultellus* du détroit de Torrès et l'*A. lucayanus* de Bahama, pour lesquels ont été créés les genres *Epigonichthys* et *Asymmetron*.

Les inductions au moyen desquelles nous avons interprété les phénomènes de torsion que l'on constate dans le développement de l'*Amphioxus*, les déductions que nous avons tirées de ces phénomènes, relativement à l'histoire du renversement des Vertébrés, ne sont que des applications strictement scientifiques des lois générales reconnues par tous, en principe, mais trop souvent oubliées dans chaque cas particulier. On observe d'ailleurs des phénomènes de torsion analogues et que le principe de Lamarck explique, de même, dans le développement de beaucoup d'animaux fixés (Cirripèdes, Bryozoaires, Echinodermes, Tuniciers), chez les Mollusques gastéropodes, les Poissons pleuronectes. La règle qui domine tous ces phénomènes, et qu'on peut appeler *règle de la fixation des attitudes*, peut s'exprimer ainsi :

Lorsqu'en passant d'un genre de vie à un autre un animal est conduit, pour assurer le bon fonctionnement de ses organes, à prendre habituellement une attitude déterminée, cette attitude est susceptible de se fixer et de se transmettre héréditairement.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à désigner deux de ses Membres qui seront chargés d'examiner, au point de vue de la ressemblance, le buste d'*Edmond Becquerel*.

L'Académie désigne, pour cet examen, MM. **Bertrand** et **Henri Becquerel**.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le « Bulletin météorologique du département de l'Hérault, pour l'année 1897 ». (Présenté par M. Mascart.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces minima.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Pour simplifier, j'appelle réseau M tout réseau O qui a une représentation sphérique isothermique, comme c'est le cas pour les lignes de courbure d'une surface minima. Les normales d'un tel réseau forment une congruence K et O, qui est un cas particulier de celles étudiées dans ma précédente Note; en conservant les notations de cette Note, il faudra supposer

$$A = a = ie^{i\varphi}, \qquad B = b = e^{i\varphi}.$$

» On aura, par conséquent,

$$d(Z_k + iY_k) = p\,dx_k, \qquad k = 1, 2, \ldots, 5,$$

d'où

$$Z_k + iY_k = px_k + \alpha_k.$$

» En tenant compte des relations qui existent entre les éléments d'un déterminant orthogonal, on trouve facilement

$$\Sigma \alpha_k x_k = -p, \qquad \Sigma \alpha_k z_k = +1, \qquad \Sigma \alpha_k y_k = i,$$

$$0 = p^2 + 2\Sigma \alpha_k x_k + \Sigma \alpha_k^2.$$

» On en déduit

$$\Sigma\alpha_k^2 = p^2.$$

» En faisant une substitution orthogonale dans l'espace à cinq dimensions, on peut supposer

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0, \qquad \alpha_5 = -p,$$

et, par suite,

$$x_5 = 1.$$

» Les points $M(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$ et $M'(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ décrivent des réseaux applicables; comme $x_5 = 1$, on peut énoncer le résultat suivant :

» *Tout réseau* M *est* 2C *d'une infinité de manières.*

» Comme dans le cas général, les points

$$N(X_1, X_2, X_3) \quad \text{et} \quad N'(Y_1, Y_2, \ldots, Y_5),$$

dans lesquels on suppose

$$X_i = \rho\alpha_i, \qquad Y_i = \rho x_i,$$

décrivent des surfaces applicables. Les réseaux C qui se présentent ici peuvent se diviser en deux groupes :

» 1° Ceux pour lesquels

$$\rho = \frac{1}{a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4}, \qquad a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 = 0;$$

prenons par exemple

$$\rho = \frac{1}{x_3 + ix_4}.$$

» Les points

$$P\left|\frac{\alpha_1}{x_3+ix_4}, \frac{\alpha_2}{x_3+ix_4}, \frac{\alpha_3}{x_3+ix_4}\right| \quad \text{et} \quad P'\left|\frac{x_1}{x_3+ix_4}, \frac{x_2}{x_3+ix_4}, \frac{1}{x_3+ix_4}\right|$$

décrivent des réseaux applicables. Le réseau P′ se projette sur un plan suivant un réseau orthogonal; il est donc parallèle à un réseau C du paraboloïde de révolution.

» Ce premier groupe forme des réseaux parallèles à ceux qui sont applicables sur le paraboloïde de révolution.

» Les réseaux P et M se coupent suivant une droite L qui décrit une congruence C, 2O. Les deux réseaux O de la congruence L sont des réseaux M. Cette congruence L est aussi parallèle aux réseaux applicables sur le paraboloïde.

» L'équation ponctuelle du réseau P′ est à invariants égaux; donc :

» *Un réseau* C *du paraboloïde de révolution se projette sur le plan directeur parallèlement à un réseau isothermique.*

» De même :

» *La perspective d'un réseau* C *du paraboloïde, faite du foyer sur une sphère ayant son centre au foyer, est la représentation sphérique d'une surface isothermique.*

» 2° Ceux pour lesquels

$$\delta = \frac{1}{a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + i x_5}, \qquad a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 = 1;$$

prenons, en particulier,

$$\rho = \frac{1}{x_4 + i x_5}.$$

Les points $Q\left(\frac{x_1}{\rho}, \frac{x_2}{\rho}, \frac{x_3}{\rho}\right)$ et $Q'\left(\frac{x_1}{\rho}, \frac{x_2}{\rho}, \frac{x_3}{\rho}\right)$ décrivent des réseaux applicables qui sont C et 2O. Les deux congruences O conjuguées au réseau Q sont celle formée par la normale au réseau M, et une autre qui donne la nouvelle classe de surfaces isothermiques trouvée par M. Thybaut [*Sur la déformation du paraboloïde* (*Annales de l'École Normale*, 1897)].

» Les réseaux Q et M se coupent suivant une droite G. Cette droite G décrit une congruence C, 3O. On démontre facilement que cette congruence C est parallèle aux réseaux C, qui sont applicables sur le paraboloïde qui a un plan directeur isotrope.

» Une théorie analogue, appliquée aux surfaces à courbure totale constante, montrera que la *déformation des quadriques de révolution à centre et la déformation de la sphère sont deux problèmes équivalents.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce.* Note de M. **Martin Krause**, présentée par M. E. Picard.

« Dans une précédente Note (12 avril 1898), on a posé des systèmes d'équations différentielles auxquels satisfait la fonction

$$(1) \qquad \varphi(u_1, u_2) = \frac{\vartheta_0\,\vartheta_1(v+a)}{\vartheta_0(a)\,\vartheta_0(v)} e^{-\sum \frac{\partial \log \vartheta_0(a)}{\partial x_i} u_i}.$$

» Les grandeurs α_1 et α_2 y étaient des constantes arbitraires. Supposons qu'il y ait entre elles une relation et cela

$$\Theta_3(a_1, a_2) = 0. \tag{2}$$

» Alors se simplifient les équations différentielles auxquelles satisfait la fonction φ_1.

» Nous choisissons les deux suivantes

$$\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_2^2} = \varphi_1(c + 2k^4 y_1^2 + 2y_3^2), \tag{3}$$

$$k\lambda\mu \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_1^2} + \frac{\Theta_1^2(v)}{\Theta_0^2(v)} \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial u_2^2} - \frac{\partial}{\partial u_2} \frac{\Theta_1^2(v)}{\Theta_0^2(v)} \frac{\partial \varphi_1}{\partial u_2} - k^2 \frac{\partial}{\partial \alpha_2} \frac{\Theta_1^2(a)}{\Theta_0^2(a)} \frac{\partial \varphi_1}{\partial u_1} = \varphi_1 \mathrm{M}, \tag{4}$$

où M est une fonction hyperelliptique. Introduisons, au lieu de φ_1, une fonction Φ_1, liée avec elle par l'équation

$$\varphi_1 = \Phi_1 e^{\frac{k}{2\lambda\mu} \frac{\partial}{\partial \alpha_2} \frac{\Theta_1^2(a)}{\Theta_0^2(a)} u_1}; \tag{5}$$

nous aurons, pour Φ_1, les deux simples équations différentielles

$$\frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial u_2^2} = \Phi_1(c + 2k^4 y_1^2 + 2y_3^2), \tag{6}$$

$$k\lambda\mu \frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial u_1^2} + \frac{\Theta_1^2(v)}{\Theta_0^2(v)} \frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial u_2^2} - \frac{\partial}{\partial u_2} \frac{\Theta_1^2(v)}{\Theta_0^2(v)} \frac{\partial \Phi_1}{\partial u_2} = \Phi_1(c_1 + c_2 y_1^2). \tag{7}$$

» Les valeurs de c, c_1, c_2 seront déterminées, si l'on pose, pour v_1 et v_2, des valeurs constantes.

» Ces équations différentielles ont les propriétés suivantes :

» I. Les coefficients du côté gauche sont indépendants de a_1 et de a_2.

» II. Les équations ne se changent pas, si l'on pose, au lieu de u_1 et u_2, respectivement $-u_1$ et $-u_2$.

» III. Si l'on introduit, d'après *Rosenhain,* deux nouvelles variables z_1 et z_2, liées avec u_1 et u_2 par les équations

$$\frac{\Theta_1^2(v)}{\Theta_0^2(v)} = k\lambda\mu z_1 z_2, \quad \ldots, \tag{8}$$

la fonction Φ_1 se divise en deux facteurs dont l'un ne dépend que de z_1, l'autre ne dépend que de z_2.

» En effet, posons, pour les grandeurs a_1 et a_2,

$$\frac{\Theta_1^2(a)}{\Theta_0^2(a)} = k\lambda\mu tt', \quad \ldots; \tag{9}$$

la condition (2) peut être remplacée par la condition

$$t' = \frac{1}{k^2}.$$

Alors la fonction

$$F(v,a) = -\frac{\vartheta_1^2(a)}{\vartheta_0^2(a)} + \frac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)} - \frac{\vartheta_{24}^2(a)}{\vartheta_0^2(a)}\frac{\vartheta_3^2(v)}{\vartheta_0^2(v)} + \frac{\vartheta_3^2(a)}{\vartheta_0^2(a)}\frac{\vartheta_{24}^2(v)}{\vartheta_0^2(v)}$$

se divise en deux facteurs dudit genre, et cela devient

$$F(v,a) = \frac{k\lambda\mu}{1-k^2t}(z_1-t)(z_2-t). \tag{10}$$

En outre, entre les grandeurs u_1, u_2 et z_1, z_2 existent les équations différentielles

$$\begin{cases} 2\,du_1 = \dfrac{dz_1}{\sqrt{R(z_1)}} - \dfrac{dz_2}{\sqrt{R(z_2)}}, \\ 2\,du_2 = -\dfrac{z_1\,dz_1}{\sqrt{R(z_1)}} + \dfrac{z_2\,dz_2}{\sqrt{R(z_2)}}, \end{cases} \tag{11}$$

où l'on a posé

$$R(z) = z(1-z)(1-k^2z)(1-\lambda^2z)(1-\mu^2z). \tag{12}$$

» Nous avions déjà trouvé l'équation

$$\frac{\partial \log\varphi_1}{\partial u_\varepsilon} = \frac{1}{2}\frac{\partial \log F}{\partial u_\varepsilon} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log F}{\partial \alpha_\varepsilon}$$

ou aussi

$$\frac{\partial \log\Phi_1}{\partial u_1} = \frac{1}{2}\frac{\partial \log F}{\partial u_1} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log F}{\partial \alpha_1} - \frac{k}{2\lambda\mu}\frac{\partial}{\partial \alpha_2}\frac{\vartheta_1^2(a)}{\vartheta_0^2(a)},$$

$$\frac{\partial \log\Phi_1}{\partial u_2} = \frac{1}{2}\frac{\partial \log F}{\partial u_2} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log F}{\partial \alpha_2}.$$

» De là s'ensuit

$$d\log\Phi_1 = \frac{1}{2}d\log F - \sqrt{\frac{R(t)}{4}}\left(\frac{dz_1}{(z_1-t)\sqrt{R(z_1)}} - \frac{dz_2}{(z_2-t)\sqrt{R(z_2)}}\right),$$

ou aussi

$$\varphi_1 = Z_1 Z_2, \tag{13}$$

où l'on a posé

$$\begin{cases} Z_1 = \sqrt{(z_1-t)}\,e^{-\sqrt{\frac{R(t)}{4}}\int \frac{dz_1}{(z_1-t)\sqrt{R(z_1)}}}, \\ Z_2 = \sqrt{(z_2-t)}\,e^{+\sqrt{\frac{R(t)}{4}}\int \frac{dz_2}{(z_2-t)\sqrt{R(z_2)}}}. \end{cases} \tag{14}$$

» Et là est la preuve du théorème III.

» IV. Regardé comme fonction de z_1 et de z_2, Φ_1 satisfait aux deux équations différentielles

$$(15) \qquad R(z_\varepsilon)\frac{\partial^2\Phi_1}{\partial z_\varepsilon^2} + \frac{1}{2}R'(z_\varepsilon)\frac{\partial\Phi_1}{\partial z_\varepsilon} = \frac{\Phi_1}{4}H,$$

où l'on a posé

$$(16) \quad H = \tfrac{1}{2}R''(t) + \tfrac{1}{3}R^{(3)}(t)(z_\varepsilon - t) + \tfrac{1}{8}R^{(4)}(t)(z_\varepsilon - t)^2 + \tfrac{1}{30}R^{(5)}(t)(z_\varepsilon - t)^3.$$

» Ces équations sont des cas spéciaux de celles qui sont intégrées par M. Fuchs, au moyen des intégrales hyperelliptiques, dans son travail publié dans les *Nachrichten von der k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, 1878.

» Dans le cas général des fonctions hyperelliptiques de premier ordre, il n'y a pas de difficulté de représenter d'une manière analogue les intégrales par les fonctions thêta. »

MÉCANIQUE. — *Sur la détermination des courbes terminales des spiraux.* Note de MM. **Ch.-Éd. Guillaume** et **J. Pettavel**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans son célèbre Mémoire *Sur le spiral réglant* (1), Phillips a démontré qu'un balancier bien équilibré, actionné par un spiral cylindrique d'un nombre suffisant de spires, effectue des oscillations isochrones lorsque le spiral est centré sur l'axe du balancier, et qu'il est terminé par des courbes symétriques assujetties aux deux conditions suivantes :

» 1° Le centre de gravité de chacune de ces courbes doit être situé sur le rayon perpendiculaire à celui qui passe par l'origine de la courbe;

» 2° Il doit être à une distance du centre exprimée par $\frac{\rho_0^2}{l}$, ρ_0 étant le rayon du spiral au repos, l la longueur de la courbe terminale, entre le point où elle quitte les spires et son encastrement à la virole ou au piton.

» Les courbes satisfaisant à ces conditions sont évidemment en nombre infini, et l'on s'arrête, en pratique, à celles qui, pour des raisons de construction, conviennent le mieux au type de chronomètre que l'on se propose de régler. Les courbes de Phillips, déterminées jusqu'ici par les régleurs, l'ont été presque exclusivement par un procédé graphique, con-

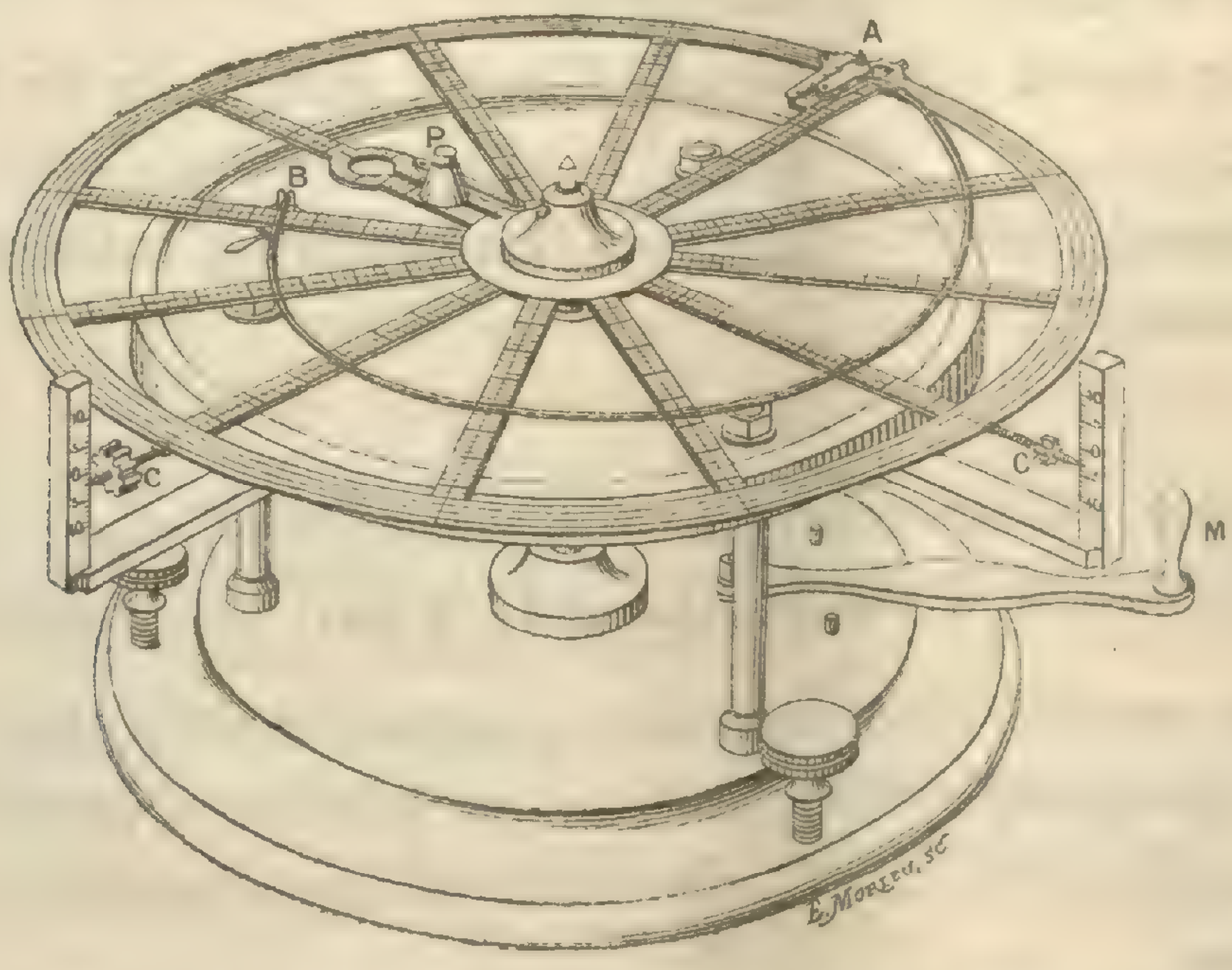
(1) *Annales des Mines*, t. XIX, 1861.

sistant à faire des retouches successives à une première courbe tracée de sentiment et en calculant les moments statiques d'une série de tronçons de la courbe par rapport à deux axes rectangulaires.

» Il nous a semblé que ce procédé, long et fastidieux, pouvait être avantageusement remplacé par une méthode mécanique, consistant à matérialiser la courbe par un fil de métal, et à ramener son centre de gravité à l'endroit voulu, en vérifiant, par une pesée, la position de ce centre après chaque retouche.

» Pour réaliser cette idée, nous avons construit l'appareil suivant :

» Sur un socle en fonte repose un disque évidé, portant en son milieu une pointe fine sur laquelle il peut pivoter. Ce disque, muni des organes nécessaires pour établir son équilibre, porte, en outre, deux pinces A, B



destinées à maintenir le fil à ses extrémités. Le socle renferme une tige d'acier, glissant verticalement dans une douille, et portant, à sa partie supérieure, une cuvette trempée et polie. Cette tige peut être élevée ou abaissée à l'aide de la manette M, de manière à laisser reposer le disque par son pourtour, ou à le faire pivoter sur sa pointe. Deux échelles, placées à angle droit sur le socle, en regard de deux pointes portées par le disque, permettent de mesurer son inclinaison.

» Sur un rayon perpendiculaire à celui qui contient le bord de la pince extérieure, le disque porte une coulisse dans laquelle on peut introduire un poids P dont la position est indiquée par une échelle.

» La détermination d'une courbe de Phillips à l'aide de cet appareil se fait de la manière suivante : les pinces étant placées aux deux points que doivent occuper les extrémités de la courbe, on établit l'équilibre du

disque seul à l'aide des contrepoids C, C. On pèse la courbe et l'on mesure sa longueur, puis on introduit dans la coulisse le poids P destiné à lui faire équilibre. Ce poids peut être le même pour des courbes diverses, à la seule condition que son moment statique par rapport au centre soit égal au produit du poids de la courbe par la distance donnée par la formule de Phillips. On met alors en place les deux bouts de la courbe, on détermine le défaut d'équilibre en soulevant le disque sur sa pointe, puis on procède, en mettant chaque fois le disque au repos, à des retouches successives, à l'aide de deux pinces appropriées, jusqu'à ce que l'équilibre soit obtenu.

» Le disque de notre appareil a un diamètre de 20^{cm}. Nous avons trouvé qu'un fil de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre en alliage fusible, employé dans les circuits électriques, donne de bons résultats, au double point de vue de la sensibilité et de la facilité des retouches.

» Une courbe ayant été obtenue, il suffit d'en faire un calque et de la réduire ensuite.

» Notre appareil permet de réaliser, en quelques minutes, une courbe d'un type nouveau (1). »

PHYSIQUE. — *Méthode nouvelle pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur.* Note de MM. **J.-B. Baille** et **C. Féry**, présentée par M. Cornu.

« Lorsqu'une masse métallique est placée dans un champ magnétique tournant, dû à la superposition de deux ou plusieurs courants alternatifs convenablement décalés, elle tend à prendre une vitesse de rotation égale à celle du champ.

» L'industrie tire parti de ce fait, et l'on construit sur ce principe des moteurs pouvant produire un travail considérable. Nous avons pensé qu'il serait possible d'employer ces champs tournants pour déterminer, dans des conditions particulièrement simples, l'équivalent mécanique de la chaleur.

» Si, en effet, la masse métallique soumise au champ est immobilisée, elle est sollicitée par un couple, et, comme le travail produit est nul, l'échauffement est rapide : les déterminations simultanées de la quantité de chaleur ainsi produite et du travail absorbé, connu par le moment du couple et la vitesse de rotation, donnent en effet le rapport cherché.

» Les mesures peuvent se faire avec une grande précision, car toutes les

(1) Cet appareil a été construit, avec la collaboration de l'un de nous, à l'École d'Horlogerie et de Mécanique de Fleurier (Suisse).

parties de l'appareil sont immobiles, et les corrections de refroidissement s'effectuent avec autant d'exactitude que dans les déterminations calorimétriques ordinaires.

» L'appareil que nous avons construit pour réaliser ces conditions se compose essentiellement d'un cylindre de cuivre rouge fixé à l'extrémité d'une balance amortie.

» Ce cylindre foré reçoit un thermomètre de précision qui donne à chaque instant sa température; on l'a disposé dans l'axe d'un anneau recevant les courants biphasés d'une petite machine Gramme alternative. Une double enveloppe en ébonite, parcourue par un courant d'eau à température constante, évite le rayonnement de l'anneau sur le cylindre de cuivre.

» La balance, étant en équilibre, est immédiatement déviée dès qu'on lance le courant dans l'anneau; le poids nécessaire pour ramener le système au zéro permet de calculer le couple. D'autre part, la vitesse du champ est mesurée par celle de la machine génératrice qui porte un compteur de tours fixé à demeure; le travail est donc connu très exactement (1).

» Pour évaluer la quantité de chaleur correspondante, nous avons déterminé l'élévation de température pendant un temps assez court pour que le rayonnement soit constant dans cet intervalle. On note ensuite le temps mis par le cylindre pour se refroidir de la quantité dont il s'est échauffé, ce dont on tire la correction de refroidissement.

» Voici, à titre d'exemple, l'une des séries obtenues avec notre appareil dont le cylindre réduit en eau vaut $55^{gr},5$:

Temps.	Moment du couple.	Élévation de température.	Correction de refroidissement.	Élévation vraie.	E.
min		°	°	°	
0.....	»	»	»	»	»
5.....	$l \times 3,270$	1,74	1,07	2,81	425
10.....	3,249	1,50	1,31	2,81	422
15.....	3,232	1,28	1,48	2,76	424
20.....	3,213	1,10	1,65	2,75	426
25.....	3,211	0,93	1,82	2,75	426

» La vitesse de la machine était de 1389 tours par minute, et le bras de levier l de la balance de $22^{cm},5$.

» On peut, au premier abord, être étonné de la valeur élevée de la correction de refroidissement; cette correction est, en effet, déterminée par la différence de température entre l'enceinte extérieure et le corps calorimétrique. Elle augmente donc continuellement jusqu'au moment de

(1) La machine étant à quatre pôles, la vitesse du champ est double de celle indiquée par le compteur.

l'équilibre thermométrique, où elle deviendrait le seul facteur à déterminer. En conduisant l'expérience jusque-là, on réaliserait la méthode des *températures stationnaires,* bien connue en Physique.

» Il n'y a donc pas lieu de se préoccuper de la valeur relative, mais bien de la précision avec laquelle on obtient cette correction de refroidissement.

» On peut remarquer que le couple et l'élévation de température vont en diminuant régulièrement ; ceci peut s'expliquer par l'accroissement de la résistance électrique du cuivre qui a passé, dans cette expérience, de 10°,86 à 27°,42.

» Les quelques nombres que nous venons de donner n'ont d'autre but que de montrer la grandeur des quantités mises en jeu ; nous nous proposons de reprendre ces expériences avec un appareil mieux disposé, où les causes d'erreur que nous avons observées dans cet appareil d'essai soient réduites autant que possible.

» Parmi ces causes d'erreur, une des plus importantes semble être le maintien de l'immobilité du corps calorimétrique, par rapport à son enceinte, pendant toute la durée de l'expérience ; si les précautions prises à cet effet ne sont pas rigoureuses, la correction de refroidissement est rapidement erronée.

» Les champs tournants se prêtent aussi à la détermination de plusieurs autres constantes physiques pour la mesure desquelles on est amené à réaliser un déplacement rapide entre des circuits fermés et un champ magnétique. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques expériences de Télégraphie acoustique sous-marine, à l'aide d'un microphone à pivots*. Mémoire de M. **E. Hardy**, présenté par M. A. Cornu. (Extrait par l'auteur.)

« On sait que les vibrations sonores se transmettent dans l'eau à de grandes distances ; mais, comme l'amplitude de ces vibrations est faible, pour percevoir de très loin les bruits sous-marins il est nécessaire d'employer des appareils très sensibles aux vibrations sonores tout en étant résistants aux perturbations extérieures.

» Des expériences faites à Cherbourg, par ordre de M. le Ministre de la Marine, ont montré la grande supériorité des microphones à pivots pour ce genre d'observations et fait voir une application si humanitaire de la Télégraphie acoustique sous-marine, que M. le Ministre de la Marine en a autorisé l'emploi.

» Le microphone à pivots se compose d'un petit disque de charbon fixé au centre de la plaque vibrante. Des éléments à pivots sont installés autour de ce disque. Chaque élément à pivots se compose d'une pièce mobile avec contrepoids pour régler la pression des charbons. Une petite quantité de mercure entoure chaque pivot et assure le passage du courant électrique dans la pièce mobile sans gêner en rien sa mobilité. »

PHYSIQUE. — *Sur l'osmose des liquides à travers une membrane de caoutchouc vulcanisé* (1). Note de M. **G. Flusin**, présentée par M. Friedel.

« Au cours de ses recherches sur l'osmose, M. Raoult (2) a trouvé que, si l'on sépare par une membrane de caoutchouc vulcanisé de l'éther et de l'alcool méthylique, il se produit un passage de l'éther vers l'alcool; sur ses bienveillants conseils, j'ai entrepris d'étudier l'osmose de différents autres liquides à travers le caoutchouc. J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les premiers résultats obtenus.

» J'ai employé du caoutchouc vulcanisé de 1^{mm} d'épaisseur. Sa densité à 17° est 0,997; il laisse 2 pour 100 de cendres et il renferme 12,54 pour 100 de soufre total, dont 1,28 seulement de soufre combiné. Plongé dans les liquides indiqués ci-après, ce caoutchouc se gonfle, devient translucide, mais conserve sa cohésion.

» J'ai reconnu d'abord que, si l'on s'en sert comme diaphragme, en mettant une face en contact avec de l'eau et l'autre avec de l'alcool méthylique, de l'alcool éthylique ou de l'acide acétique, on n'observe pas de mouvement osmotique; l'examen de l'eau montre de plus que les corps précédents ne traversent pas sensiblement la membrane en douze heures. Au contraire, si l'on dispose d'un côté de l'alcool éthylique et de l'autre de la benzine, du chloroforme, de l'essence de pétrole, etc., ces liquides passent plus ou moins rapidement vers l'alcool.

» La mesure de la pression osmotique limite (si tant est qu'il y en ait une) m'ayant présenté, comme à M. Raoult, des difficultés que je n'ai pu surmonter, je me suis borné à mesurer la vitesse du courant osmotique, la pression restant constante de chaque côté du diaphragme.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 187. *Zeitsch. für phys. Chem.*, 4, t. XVII, p. 737; 1895.

» Dans ce but, je me suis servi de l'osmomètre de M. Raoult. La cloison de caoutchouc est serrée entre deux disques de tôle perforée qui s'opposent à sa déformation. Un des compartiments de l'osmomètre est rempli avec le liquide en expérience et *l'autre avec de l'alcool éthylique*. Ces deux compartiments communiquent avec deux tubes de verre divisés, de $2^{mm},6$ de diamètre intérieur, disposés parallèlement dans le même plan horizontal, de sorte que les mouvements des colonnes liquides s'y effectuent sans que la pression varie. On amène les ménisques au milieu des tubes et l'on plonge l'appareil dans un bain d'eau maintenu à 12° C.; les lectures sont faites à intervalles déterminés. Au bout de quinze à quarante minutes, suivant la nature des liquides, la marche des ménisques prend un régime régulier qui permet de calculer la vitesse d'osmose relative à l'alcool éthylique.

» Les résultats obtenus sont rapportés dans le Tableau suivant, où v désigne la vitesse des ménisques en millimètres par minute et V la hauteur du liquide, en millimètres, qui serait soulevée par l'osmose au-dessus du diaphragme dans le même temps :

Substances séparées de l'alcool par le caoutchouc.	v.	$V \times 10000$.
1. Sulfure de carbone pur	10,20	193,8
2. Chloroforme pur	7,65	145,3
3. Toluène pur	4,00	76,0
4. Éther anhydre	4,00	76,0
5. Benzine pure	3,00	57,0
6. Xylène pur (136°-140°)	2,65	50,3
7. Essence de pétrole ($D_0 = 0,720$)	2,50	47,5
8. Chlorure de benzyle	0,70	13,3
9. Essence de térébenthine ($D_0 = 0,883$)	0,60	11,4
10. Huile de pétrole ($D_0 = 0,812$)	0,45	8,5
11. Nitrobenzine pure	0,15	2,8

» Les corps étant rangés par ordre décroissant de vitesse d'osmose, il semble probable que, si l'on séparait par une membrane de caoutchouc deux quelconques de ces liquides, celui dont le numéro d'ordre serait le plus faible passerait le plus vite. C'est ce que j'ai vérifié pour tous ces corps pris deux à deux et se suivant immédiatement. Il est à remarquer toutefois que les vitesses d'osmose observées dans ces conditions ne sont pas proportionnelles à la différence des vitesses relatives à l'alcool; on conçoit en effet que le diaphragme ne soit plus ici dans le même état et qu'il soit pénétré inégalement par les deux liquides se rencontrant au sein même de la membrane.

» Dans ces phénomènes, l'affinité plus ou moins grande des liquides pour le caoutchouc joue un rôle évident. Afin de rechercher la relation qui pouvait exister entre cette affinité et les vitesses d'osmose, j'ai mesuré les volumes de liquides absorbés par le caoutchouc au bout de temps variant de une minute à vingt-quatre heures.

» Un disque de caoutchouc neuf est plongé dans le liquide pendant un temps déterminé, à l'expiration duquel il est rapidement essuyé, sans pression, et pesé. Après dessiccation complète, il est pesé de nouveau. C'est ainsi le poids du disque desséché, et non celui du disque neuf, qui sert pour le calcul, car, pendant le séjour du caoutchouc dans le liquide, celui-ci a dissous une quantité variable de substances solubles.

Substances.	V × 10000.	Nombre de centimètres cubes de liquide absorbés par 100gr de caoutchouc au bout de 1m.	5m.	15m.	30m.	1h.	3h.	24h.
1. Sulfure de carbone.....	193,8	65	233	445	602	724	778	811
2. Chloroforme.....	145,3	33	159	343	538	721	929	964
3. Toluène.....	76,0	24	116	260	417	556	720	740
4. Éther.....	76,0	19	90	175	264	320	324	343
5. Benzine.....	57,0	17	96	218	358	478	565	586
6. Xylène.....	50,3	15	95	216	330	528	594	635
7. Essence de pétrole.....	47,5	13	71	160	267	366	434	438
8. Chlorure de benzyle	13,3	7	25	53	119	189	313	439
9. Essence de térébenthine.	11,4	4	17	43	94	139	385	552
10. Huile de pétrole.....	8,5	3	10	25	56	78	217	367
11. Nitrobenzine.....	2,8	2	6	16	24	47	86	136
Alcool méthylique.....	»	»	»	»	»	»	»	2
Alcool éthylique.....	»	»	»	»	»	»	»	3
Alcool acétique.....	»	»	»	»	»	»	»	12

» Ainsi qu'on le voit, les nombres de la dernière colonne, correspondant à des substances osmotiquement inactives, sont beaucoup plus petits que les onze premiers concernant des substances actives. De plus, ceux qui se rapportent à ces dernières se classent dans le même ordre que les vitesses osmotiques et leur sont même grossièrement proportionnels, lorsque la durée d'immersion est très courte. La même chose n'arrive pas pour les nombres obtenus après vingt-quatre heures d'immersion.

» La vitesse d'osmose ne dépend donc pas, comme le pense M. Tammann (1), du volume maximum de liquide que peut absorber le caoutchouc,

(1) *Zeitsch. für phys. Chem.*, 4, t. XXII, p. 481; 1897.

mais bien de l'énergie avec laquelle le caoutchouc s'empare du liquide, *dès la première minute de contact;* en d'autres termes, la vitesse d'osmose croît avec le coefficient angulaire à l'origine de la courbe obtenue en portant en abscisses les temps d'immersion et en ordonnées les volumes de liquide absorbés. »

PHOTOGRAPHIE. — *Amélioration des clichés photographiques surexposés.* Note de M. **Mercier**, présentée par M. Lippmann.

« On sait que les clichés exposés trop longtemps à la chambre noire sont faibles et uniformément gris quand la surexposition est trop grande; on n'obtient plus que des traces d'image.

» Il suffit de plonger une plaque, même fortement surexposée, dans une dissolution d'émétique ($2^{gr},5$ dans 100^{gr} d'eau) pendant environ deux minutes, de laisser sécher et de développer à l'hydroquinone pour obtenir une image vigoureuse. On sauve ainsi des épreuves autrement inutilisables.

» Il est indifférent d'opérer sur la plaque avant ou après l'exposition.

» Les sels d'antimoine ou d'arsenic à oxyde organique jouissent de la même propriété. Il en est de même des sels de morphine et de codéine : ils donnent des clichés plus doux que l'émétique avec l'acide pyrogallique comme avec l'hydroquinone.

» Les réducteurs utilisés comme développateurs (amidol, métol. orthol, pyrogallol), employés à doses extrêmement faibles (1^{cgr} dans 100^{gr} d'eau) et préalablement oxydés par l'action de l'air, retardent la venue de l'image entière en cas de sous-exposition et favorisent la venue des grands noirs en cas de surexposition ; ils permettent d'obtenir des clichés purs et avec des contrastes vigoureux, alors que la pose a été excessivement prolongée.

» Employés après la pose, ils retardent la venue de l'image et lui donnent moins d'intensité.

» Ces mêmes réducteurs-développateurs non oxydés (l'amidol en particulier) avancent le développement à l'hydroquinone ou à l'acide pyrogallique. Ils augmentent l'intensité des noirs en conservant à l'image une grande pureté.

» Les diverses substances dont j'ai parlé agissent à condition qu'on ait laissé sécher sur la plaque. Mais il est inutile de les ajouter au développateur. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un appareil destiné à aérer l'eau distillée ou bouillie.* Note de M. **Maillet**, présentée par M. Lippmann.

« L'eau à aérer est contenue au fond d'un réservoir en métal. Soulevée par un appareil élévatoire elle retombe en pluie dans le fond du réservoir. L'appareil élévatoire est une sorte de pompe à force centrifuge, ou plus exactement c'est une turbine centrifuge à réaction, dont le jeu est renversé de façon à fonctionner comme machine élévatoire. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Récapitulation des poids atomiques calculés par la méthode des densités limites.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« J'ai calculé dans une Note précédente par la méthode physique des densités limites les poids moléculaires de divers composés gazeux oxygénés et hydrogénés. Sachant que $O = 16$ par convention, et que $H = 1{,}0074$ (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1030; 1898) on calcule sans difficulté les poids atomiques du carbone, de l'azote, du chlore et du soufre :

$CO^2 = 44{,}000$	$Az^2O = 44{,}000$	$HCl = 36{,}486$	$C^2H^2 = 26{,}020$	$SO^2 = 64{,}046$
$O^2 = 32{,}000$	$O = 16{,}000$	$H = 1{,}007$	$H^2 = 2{,}015$	$O^2 = 32{,}000$
$C = 12{,}000$	$Az = 14{,}000$	$Cl = 35{,}479$	$C = 12{,}0025$	$S = 32{,}046$

» Le poids atomique de l'élément étudié se déduit avec d'autant plus d'exactitude du poids moléculaire du composé correspondant que cet élément y entre pour une plus forte proportion. Les composés hydrogénés sont plus favorables au calcul que les composés oxygénés. En effet C forme en poids les $\frac{12}{13}$ de C^2H^2; Cl les $\frac{35}{36}$ de HCl; tandis que S ne forme que $\frac{1}{2}$ de SO^2; Az moins de $\frac{1}{3}$ de Az^2O; et C les $\frac{3}{11}$ de CO^2. Ce dernier cas est le plus défavorable de tous. L'erreur relative sur le poids atomique du carbone, déduit de la densité de CO^2, est presque quadruple de l'erreur qui existe sur cette densité même.

» Proposons-nous maintenant de comparer les poids atomiques calculés par la méthode physique avec ceux que l'on déduit des analyses chimiques. Les expériences auxquelles les chimistes attribuent la plus grande valeur sont celles de Stas (1), qui a

(1) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, t. X, p. 208; 1860; *Mémoires de l'Académie de Belgique*, t. XXXV, p. 1; 1865; t. XLIII, p. 1; 1882.

On consultera, en outre, Van der Plaats, *Essai de calcul des poids atomiques* de

exécuté avec un soin extrême deux séries parallèles : synthèse des sulfure, chlorure, bromure, iodure d'argent; analyse des sulfate, chlorate, bromate, iodate d'argent. Ces déterminations ont passé pour irréprochables jusqu'au jour où Dumas a reconnu que l'argent fondu employé par Stas retient en moyenne 166^{mgr} d'oxygène par kilogramme (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XIV, p. 289; 1878). Cette cause d'erreur n'influe pas sur la série des analyses, mais diminue la précision de la série des synthèses. Dumas en a conclu que Stas a donné pour le chlore un poids atomique trop bas de quelques dix-millièmes de sa valeur. M. Leduc (*Comptes rendus,* t. CXXV, p. 300; 1897) a montré que, dans le cas de l'azote, cette même cause d'erreur conduit au contraire à un poids atomique trop haut de trois millièmes de sa valeur. Sans entrer dans une discussion qui aura sa place ailleurs, je dirai que la présence de l'oxygène dans l'argent fondu a conduit Stas à un poids atomique trop élevé pour l'argent, et que, si l'on admet le taux moyen d'oxygène par kilogramme d'argent qui résulte des expériences de Dumas, il convient de substituer la valeur $Ag = 107,912$ au nombre de Stas $Ag = 107,930$, et, pour les calculs tout à fait précis, de retenir seulement la série des analyses. Ce qui prouve clairement la nécessité de cette correction systématique aux poids atomiques de Stas, que Dumas a découverte en 1878 par une méthode purement chimique, c'est que les modifications auxquelles elle conduit, diverses en grandeur et en signe, sont confirmées qualitativement et quantitativement par les trois systèmes de mesures entièrement indépendants les uns des autres que fournit pour le chlore, le soufre et l'azote, la méthode physique des densités limites.

» *Carbone.* — La densité limite de C^2H^2 donne $C = 12,0025$; celle de CO^2 donne $C = 12,000$ (1); celle de CO, qui est connue avec une grande précision (0,87495 selon M. Leduc, 0,87498 selon Lord Rayleigh), nous a donné précédemment $C = 12,007$. La discussion de ces divers nombres conduit à adopter finalement $C = 12,005$.

» *Azote.* — La densité limite de Az^2O donne $Az = 14,000$; la densité limite de Az donne $Az = 14,007$. Si l'on remarque que Az^2O est difficile à obtenir tout à fait pur et que sa densité a été l'objet de mesures moins concordantes que celle de Az, pour laquelle M. Leduc a trouvé 0,87508, et Lord Rayleigh 0,87507, on attribuera plus de poids à la seconde valeur et l'on admettra finalement $Az = 14,005$.

» Dans tous les cas, la valeur de Stas, $Az = 14,044$, est viciée par l'erreur systématique signalée plus haut et doit être abandonnée.

» *Argon.* — D'après Lord Rayleigh (*Proceed. Roy. Soc.,* t. LXII, p. 209; 1898), la densité de l'argon, par rapport à l'oxygène, est 1,24623. La compressibilité de l'argon n'a pas été étudiée expérimentalement; mais, sachant que ses constantes critiques sont $\theta = -121°$; $\varpi = 50^{atm}$, on peut calculer A_0^1 par le principe des états correspon-

---

M. Stas (*Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. VII, p. 499; 1886); et *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 1362; 1893.

(1) En adoptant pour la densité de CO^2 le nombre de Lord Rayleigh au lieu de celui de M. Leduc, on trouve $C = 12,0035$. On voit que, même dans ce cas qui, comme il a été dit, est le plus défavorable de tous pour le calcul, la précision des mesures expérimentales laisse place à bien peu d'incertitude.

dants. Il suffit de tracer la courbe de M. Leduc ayant pour abscisses $\theta + 273°$ et pour ordonnées $A_0^1\pi$, au moyen des données connues sur Az, CO, O, AzO et de relever sur l'abscisse 273°-121° la valeur du produit $A_0^1\pi$ relatif à l'argon. On trouve ainsi $A_0^1 = 0{,}00070$, $v_m = 0{,}99930$, $M = 39{,}882$.

» *Chlore.* — La densité limite de HCl donne $Cl = 35{,}479$. Stas a trouvé par la synthèse du chlorure AgCl : $Ag = 1{,}32850$ et par l'analyse du chlorate AgCl : $AgClO^3 = 0{,}74920\,45$. Éliminant Ag entre ces deux relations, il vient $Cl = 35{,}456$. Si l'on garde seulement le second rapport en y adjoignant $Ag = 107{,}912$, il vient $Cl = 35{,}479$, nombre identique à celui que donne la méthode physique.

» *Soufre.* — La densité limite de SO^2 conduit à $S = 32{,}046$. Stas a trouvé, par la synthèse du sulfure d'argent Ag^2S : $Ag = 1{,}148521$ et par l'analyse du sulfate d'argent $Ag^2 : Ag^2SO^4 = 0{,}692033$. Éliminant Ag entre ces deux relations, il vient $S = 32{,}058$. Si l'on garde seulement le second rapport, en y adjoignant $Ag = 107{,}912$, il vient $S = 32{,}045$, nombre presque identique à celui que donne la méthode physique.

» Cette concordance avec les résultats d'un expérimentateur tel que Stas montre la précision de la méthode des densités limites.

» Pour donner une idée de l'erreur que l'on commettrait dans le cas de SO^2 en prenant la densité normale au lieu de la densité limite, je dirai que l'on en déduirait $S = 33{,}55$. On sait, d'ailleurs, qu'il y a plus d'un siècle que SO^2 a été liquéfié par Monge et Clouet par un refroidissement à — 20°, et que OErsted, pour expliquer la différence entre la densité théorique de ce gaz et sa densité réelle, invoquait déjà sa grande compressibilité au voisinage de son point de condensation.

» *Conclusion.* — Les calculs précédents justifient le point de vue dont je suis parti, à savoir que l'hypothèse d'Avogadro, d'après laquelle : *Volumes égaux de tous les gaz renferment même nombre de molécules,* est une loi limite qui se vérifie exactement pour de très faibles pressions. Par suite, *les poids moléculaires des gaz sont proportionnels à leurs densités limites. Ces densités limites s'obtiennent en multipliant les densités normales* (*c'est-à-dire prises à* 0° *et sous la pression atmosphérique*) *par le facteur* $1 - \varepsilon$ *qui représente l'écart de la compressibilité du gaz par rapport à celle d'un gaz parfait entre* 0^{atm} *et* 1^{atm} (1).

» On obtient ainsi les poids atomiques :

O.	H.	C.	Az.	S.	Cl.	A.
16	1,0074	12,005	14,005	32,046	35,479	39,882

» Cette méthode purement physique pour la détermination des poids atomiques rivalise de précision avec les méthodes chimiques dans les cas

(1) Dans le cas où la compressibilité du gaz n'a pas été étudiée expérimentalement, il suffit de connaître ses constantes critiques pour calculer $1 - \varepsilon$ d'une manière approchée, comme il a été montré plus haut pour l'argon.

où celles-ci sont directes (synthèse d'un composé oxygéné tel que H^2O, CO^2, P^2O^5, etc.). Elle l'emporte sur elles dans les cas (Cl, S, Az, etc.) où elles sont indirectes. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la détermination des poids moléculaires des gaz.* Réponse de M. **Marqfoy** à M. Daniel Berthelot.

« M. D. Berthelot a montré, dit la phrase qui a motivé, dans le n° 17 (25 avril 1898) des *Comptes rendus,* ma réclamation de priorité, que « le » poids moléculaire d'un gaz est en réalité proportionnel, non pas à sa » densité réelle (à cause des écarts des lois de Mariotte et de Gay-Lussac) » mais au produit de cette densité par son volume moléculaire ».

» La réponse de M. D. Berthelot insérée dans le n° 18 (2 mai 1898) disant : « Cet énoncé ne m'est propre en aucune manière, pas plus qu'à » M. Marqfoy », s'applique donc à lui-même en faisant voir qu'il n'avait pas à *montrer* la proposition ci-dessus.

» La loi que j'ai revendiquée a d'ailleurs une forme principale autre, qui est $E = \Delta R_m$, R_m coefficient de compression et porosité de l'atome, et c'est en raisonnant sur cette forme que j'arrive à dire, page 265, comme le fait aujourd'hui M. D. Berthelot : « On retrouve ainsi la formule générale » $P = VD$, comme cela devait être. »

« Quant au fait que les volumes moléculaires des divers gaz ne sont pas » rigoureusement égaux dans les conditions moyennes de température et de » pression, dit encore M. D. Berthelot..., c'est une vérité connue depuis » longtemps. »

» Je n'y contredis point. Mais ce n'est point de cela qu'il s'agit. La Chimie, quand elle traite des corps gazeux, se borne à les considérer statiquement aux conditions normales de température et de pression. Or, la densité, le volume sont des éléments essentiellement dynamiques. Si j'appelle 1 le volume de la molécule d'hydrogène aux conditions extrêmes, ce volume devient 6977 aux conditions normales, tandis que si j'appelle 1 le volume de la molécule d'oxygène aux conditions extrêmes, ce volume devient 702 aux conditions normales. Tant qu'il ne sera pas tenu compte des variations que les conditions de température et de pression, en variant elles-mêmes, font subir aux volumes, aux densités, il ne sera possible de rien conclure, pour les poids moléculaires, de densités examinées aux seules conditions normales qui, dans l'échelle des conditions, sont des conditions quelconques.

» Je nie donc, puisque M. D. Berthelot m'amène à critiquer son travail, ce que je n'avais point fait encore, qu'on puisse rien découvrir sur la détermination des poids moléculaires avec le seul secours des densités aux conditions normales, à moins qu'on n'appelle à son aide l'hypothèse d'Avogadro avec ses conséquences, hypothèse dont je me suis attaché, et je remercie M. D. Berthelot de l'avoir rappelé, à démontrer l'inexactitude justement pressentie d'ailleurs par M. Berthelot (*Synth. chim.*, p. 163).

» J'ai dit, comme le reproduit M. D. Berthelot, que l'équivalent de l'hydrogène étant 1, l'équivalent du carbone est 3, parce que, dans le gaz des marais, 12 en poids de carbone se combinent avec 4 en poids d'hydrogène, soit 3 de carbone avec 1 d'hydrogène.

» J'ai dit que l'équivalent de l'oxygène est 2, parce que, dans l'oxyde de carbone, 3 de carbone se combinent avec 4 d'oxygène, ce qui donne au plus 4 pour cet équivalent, et que dans la chaux, 5 en poids de calcium se combinent avec 2 d'oxygène, ce qui donne 5 et 2 pour les équivalents, ou, ce qui revient au même, pour les poids moléculaires de ces deux corps.

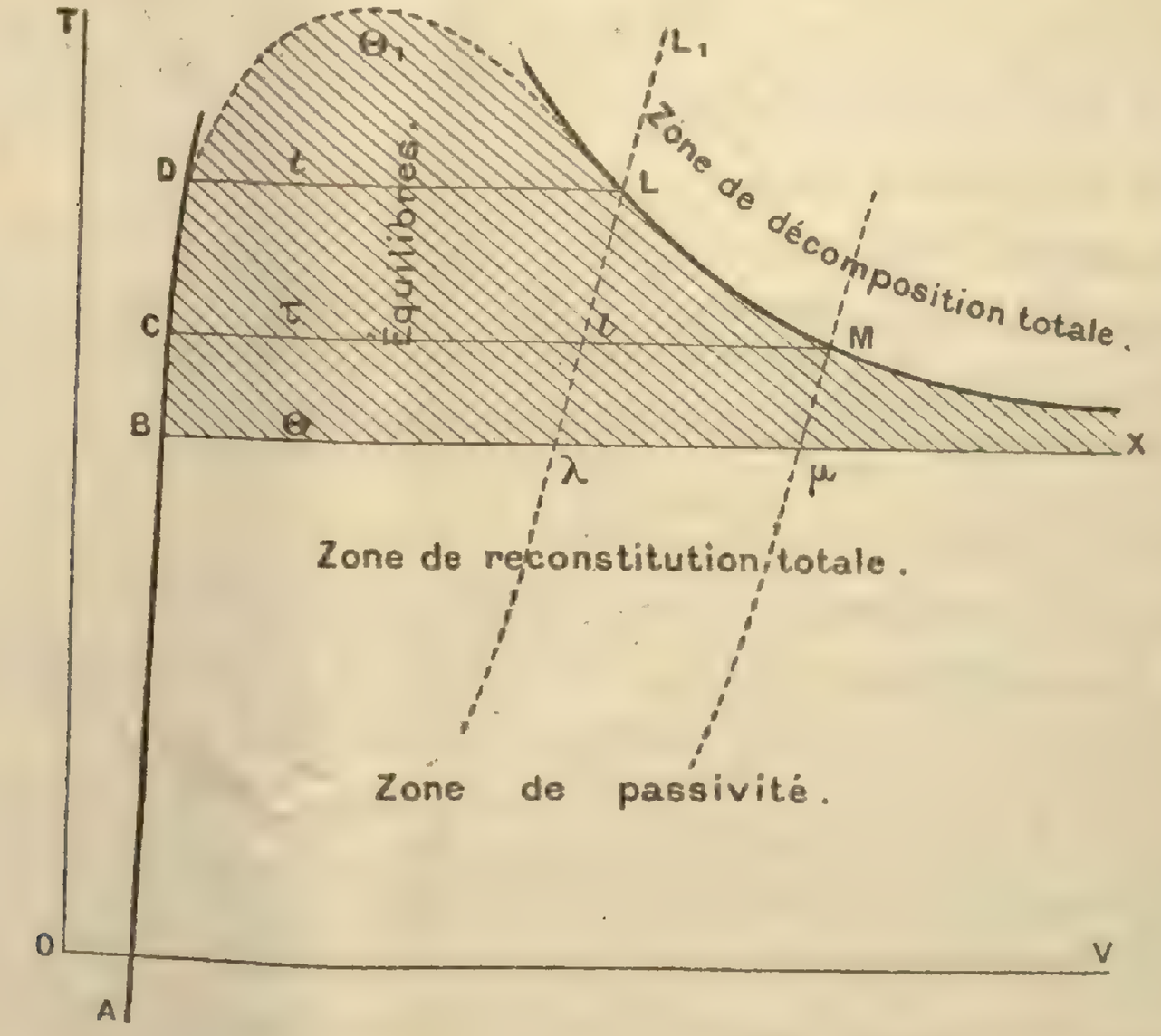
» M. D. Berthelot veut bien rappeler les termes de ma loi des équivalents. Deux ans et demi se sont écoulés depuis que l'Académie a inséré cette loi dans les *Comptes rendus*. La loi des équivalents n'a pas encore trouvé son contradicteur. Elle ne le trouvera pas, car elle est la vérité. »

CHIMIE. — *Sur les zones de réactions.* Note de M. **Albert Colson**.

« Une modification du procédé graphique employé en Physique, pour représenter les expériences d'Andrews, permet de grouper les divers cas de décomposition d'un sel par un acide ou par une base, que j'ai étudiés et classés dans ces dernières années.

» Pour fixer les idées, examinons la décomposition du carbonate de chaux, en laissant de côté les particularités signalées par M. Raoult. Si nous chauffons progressivement dans le vide une molécule de carbonate, et si nous portons les volumes en abscisses et les températures en ordonnées, la ligne AB représentera les états successifs du corps solide jusqu'à la température Θ. Admettons qu'à ce point la dissociation commence, nous comprimerons alors la masse à une pression légèrement supérieure à la tension maxima, afin que le corps reste solide : la ligne BCD figurera la suite des états obtenus dans ces conditions quand la température augmente de Θ à t.

» Si, à la température Θ, nous avions laissé le gaz carbonique se dégager librement sous sa tension maxima, alors presque nulle, nous aurions obtenu une série d'états successifs figurés par la droite indéfinie BX, ou par les



droites CM, DL, si nous eussions opéré aux températures τ et t, relatives aux points C et D.

» On sait que le volume occupé par une masse de gaz à une température donnée, sous une pression égale à la tension de dissociation correspondante, est d'autant plus petit que la température est plus élevée: par suite, les volumes figurés par les longueurs CM, DL, ... diminuent quand la température augmente; il est donc possible que les deux portions de courbe ABCD et LMX, asymptote à BX, se raccordent en un point correspondant à une température Θ_1. Celle-ci serait la température maxima résultant de la combinaison directe des composants; mieux encore, elle serait assimilable à la température critique dés gaz en liquéfaction : et le volume critique du corps dissocié serait la somme des volumes des composants à la *température chimico-critique*, et à la pression respectivement supportée par chaque composant à cette température.

» *Remarque.* — En dehors des dissociations hétérogènes, il serait aisé de trouver des exemples de températures chimico-critiques : les chlorhydrates d'AzH^3, ou mieux de PH^3, seraient d'une observation facile pour un expérimentateur outillé et secondé. Dans ces cas, la pression respective des composants au point de vue critique serait la moitié de la pression

chimico-critique, puisque ces composants sont gazeux et que

$$\text{vol. } PH^3 = \text{vol. } HCl.$$

» Revenons aux dissociations hétérogènes. La droite BX, les lignes BCD et LMX partagent le plan en trois régions essentielles. Tout point compris entre ces trois lignes représente un état chimique réversible. Tout point situé dans la région L_1M_1, à droite de LMX, figure un état de décomposition totale provoqué par une action prolongée de la température. Enfin, pour tout point situé au-dessous de BX, c'est-à-dire pour toute température inférieure à θ, le corps ne pourra pas subir de décomposition ; de sorte que, dans la région formée par l'angle ABX, les éléments constituants du corps (CO^2 et CaO) seront dans un état d'équilibre instable qu'il s'agit de définir.

» A cet effet, considérons le point L qui représente le carbonate complètement dissocié à la température t. Si nous élevons la température du mélange sous une pression constamment égale à la tension maximum p, le système se dilatera conformément aux lois de la Physique, et les états successifs seront représentés par la ligne LL_1. Si l'on avait refroidi brusquement le mélange, il se serait contracté suivant la ligne $L\lambda$, prolongement de LL_1. En Physique, $L\lambda$ représenterait les divers états d'une vapeur sursaturée, états très instables, mis en évidence par J. Thomson. En Chimie, la *surdissociation* correspondant à la sursaturation est d'autant plus facile à observer que la réaction est plus lente, et, comme une élévation de température facilite les réactions, on pourra toujours abaisser suffisamment la température du système dissocié pour empêcher la reconstitution du corps composé. Ainsi, à froid, le charbon est sans action sur l'oxygène, la chaux sur le gaz carbonique, l'acide sulfurique très refroidi sur le tournesol.

» Cette observation implique l'existence d'une zone où les composants sont dans un état passif dont ils ne peuvent sortir que par une élévation de température, quelle qu'en soit la cause. Si la température à laquelle la passivité commence est indépendante des trajets $L\lambda$, $M\mu$, c'est-à-dire de la pression, la zone passive sera limitée par une droite parallèle à OV et qui correspondra à une température que M. Duhem et moi avons appelée *point de réaction* et dont M. Duhem a montré l'importance dans ses interprétations mathématiques des phénomènes chimiques (1).

» Que cette limite soit une droite ou une courbe, il existera entre elle et la droite BX une zone dans laquelle la reconstitution isotherme du com-

(1) Duhem, *Traité élém. de Mécan. chimique*, t. I, p. 219; 1897.

posé se fera d'une façon totale et irréversible, puisque, dans cette zone, la tension de décomposition est nulle. Les expériences récentes de M. Arm. Gautier et celles de M. Hélier paraissent reculer les limites de cette zone de reconstitution totale.

» A un autre point de vue, l'action du gaz H^2S sur les sels métalliques est très lente au point de réaction, ainsi que sur la courbe de dissociation totale LMX; donc *la vitesse de réaction passe par un maximum entre ces deux régions*.

» Tous les corps, ou toutes les réactions ne possèdent pas cette gamme de zones dont je viens de parler. Ainsi, dans l'action du gaz H^2S sur les phosphates d'argent, on constate l'existence de la zone passive et celle des reconstitutions totales. Quand on élève la température pour atteindre la zone des dissociations, les acides phosphoriques sont décomposés, et l'équilibre fait défaut par suite de la destruction de l'un de ses facteurs. Dans l'action de l'acide sulfurique sur le chlorure de plomb, on constate l'existence de la zone de dissociation et de celle des décompositions totales. Cette réaction fait, en quelque sorte, suite à la précédente, si bien qu'il semble que l'on atteindrait vraisemblablement, dans tous les cas, la zone de dissociation, si l'on pouvait élever suffisamment la température sans détruire les facteurs de la réaction.

» Cette conception permet alors d'expliquer logiquement, par la simple considération de l'équation de Clapeyron et Clausius, pourquoi un acide faible, tel que l'acide acétique, voire l'acide carbonique, est sans action sur les sulfates ou les chlorures. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les mélanges phosphorescents formés par le sulfure de strontium* (1). Note de M. **José Rodriguez Mourelo**.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 204), j'ai rapporté des expériences relatives à la propriété que possède une petite quantité de sulfure de strontium phosphorescent de rendre lumineuse, dans l'obscurité, une masse d'un corps inerte avec laquelle il est intimement mélangé ou dans laquelle le sulfure se produit, à une haute température. Il s'agit donc des actions d'un corps actif sur un autre corps qui ne l'est pas au point de vue de la phosphorescence.

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers, à Madrid.

» *Deux substances actives.* — J'ai cherché à obtenir des mélanges très homogènes des sulfures phosphorescents, en partant des carbonates, à la température du rouge cerise, maintenue pendant deux heures.

» 50gr de carbonate de baryum, 50gr de carbonate de strontium et 30gr de soufre furent chauffés, comme il a été dit; il en est résulté une masse blanche verdâtre, laquelle, après une exposition de cinq minutes à la lumière diffuse, produisit une phosphorescence de couleur vert jaune clair et de faible intensité. Si l'on ajoute au mélange, avant de chauffer, 2gr de carbonate de sodium, 0gr,03 de chlorure de sodium et une trace de sous-nitrate de bismuth, le pouvoir phosphorescent augmente beaucoup, tout en gardant la première couleur. La masse primitive contenait :

Sulfure de baryum.....	42gr,89
Sulfure de strontium.....	40gr,50

plus quelques impuretés et une petite quantité des sulfates des deux métaux dont la présence favorisait plutôt la phosphorescence.

» 50gr de carbonate de strontium précipité furent mélangés à 50gr de carbonate de calcium et 30gr de soufre : le mélange ayant été chauffé pendant deux heures au rouge cerise, on obtint une masse d'un blanc sale; exposée trois minutes à la lumière directe, sans insolation, elle donna une phosphorescence peu intense et de couleur vert violacé. De même que dans le cas précédent, l'intensité lumineuse augmentait considérablement quand on y ajoutait, en faisant le mélange, 2gr de carbonate de sodium, 0gr,03 de chlorure de sodium et une trace de sous-nitrate de bismuth. Le produit phosphorescent contenait, outre les impuretés :

Sulfure de strontium.....	40gr,50
Sulfure de calcium.....	35gr,85

» 50gr de carbonate de calcium furent mélangés avec 50gr de carbonate de baryum et 30gr de soufre. Traités comme dans les cas précédents, on obtint une masse phosphorescente, de lumière verdâtre et contenant :

Sulfure de calcium.....	36gr,10
Sulfure de baryum.....	41gr,98

» L'intensité de la phosphorescence peut être augmentée par l'addition de carbonate de sodium, de chlorure de sodium et de sous-nitrate de bismuth, dans les proportions des expériences déjà décrites.

» *Une substance inerte et deux substances actives.* — On a mélangé une quantité déterminée de sulfate de baryum (100gr) et de petites proportions de carbonate de baryum et de carbonate de strontium; de carbonate de strontium et de carbonate de calcium; de carbonate de calcium et de carbonate de baryum, plus du soufre; en maintenant le produit au rouge cerise, pendant deux heures, on obtint des mélanges contenant deux sulfures phosphorescents répandus dans la masse.

» Les résultats obtenus dans plusieurs expériences permettent d'établir certaines règles pratiques, qui ne sont pas sans intérêt.

» Pour que la phosphorescence soit produite il ne faut pas moins de deux et demi pour 100 de chacune des substances actives : à partir de ces limites, la phosphorescence augmente avec la proportion de la matière active.

» Dans tous les cas, l'exposition à la lumière directe, sans insolation, doit être plus prolongée que s'il s'agissait de substances actives seules ou mélangées.

» Il est toujours possible d'augmenter, d'une manière remarquable, l'intensité de la luminescence, en ajoutant au mélange du sulfate de baryum, du soufre et des carbonates, avant de chauffer, de simples traces de carbonate de sodium, de chlorure de sodium et de sous-nitrate de bismuth.

» Quant à la couleur de la phosphorescence, elle est toujours intermédiaire entre la couleur propre des substances actives employées, de sorte qu'en variant les proportions des substances qui doivent se trouver dans le sein de la masse inerte il est possible d'obtenir toute une série de nuances, par le mélange du jaune, du violet et du vert; d'ordinaire c'est le dernier qui domine, peut-être parce que, dans tous les cas examinés, c'est la phosphorescence du sulfure de strontium qui est la plus vive.

» La température la plus convenable pour obtenir des mélanges phosphorescents est celle qui correspond au rouge cerise; en opérant au blanc, ou en prolongeant l'action de la chaleur longtemps, on s'expose à obtenir des produits qui ne sont pas phosphorescents, sans que l'on puisse leur faire acquérir cette propriété ni par de nouvelles calcinations, ni par l'étincelle électrique. »

CHIMIE. — *Sur les limites d'inflammabilité des vapeurs combustibles.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **O. Boudouard**.

« L'inflammabilité des mélanges gazeux est une propriété complexe; elle doit dépendre de diverses conditions d'ordre plus général, telles que chaleur de combustion, vitesse de combinaison, etc. Les recherches trop peu nombreuses faites sur ce sujet n'ont pas encore permis d'établir des relations entre les différents phénomènes en jeu. Si l'on veut multiplier suffisamment les expériences, il ne faut pas se limiter aux gaz combustibles, mais s'adresser aussi aux vapeurs combustibles qui embrassent un grand nombre des composés de la Chimie organique.

» Pour déterminer la limite d'inflammabilité d'une vapeur, c'est-à-dire

la plus petite quantité de ce corps dont le mélange avec une quantité donnée d'air soit inflammable, on ne peut employer les mêmes procédés que dans le cas des gaz. Nous avons, pour les liquides très volatils, comme l'éther, le sulfure de carbone, la benzine, introduit successivement des poids connus de ces composés dans un flacon de 2^{lit} rempli préalablement d'air. Un agitateur intérieur servait à activer l'évaporation du liquide et à rendre le mélange homogène. L'expérience était renouvelée jusqu'à ce que l'on ait trouvé deux poids différant au plus de 10 pour 100 et tels que le plus faible donne un mélange ininflammable et le plus fort un mélange inflammable. La moyenne de ces deux nombres a été prise pour la limite d'inflammabilité qui est ainsi définie à 5 pour 100 près de sa valeur.

» Dans le cas des corps peu volatils, comme les alcools, l'essence de térébenthine, la naphtaline, nous introduisons le composé dans une fiole jaugée de 500^{cc}, maintenue à température fixe. Un thermomètre placé à l'intérieur porte un agitateur qui, par son mouvement, accélère la saturation de l'air. La température correspondant à la limite d'inflammabilité a été déterminée à 1° près. Pour savoir la quantité de vapeur existant à cette température dans le mélange, nous faisons passer un volume connu d'air, 2^{lit}, dans un petit tube à ponce imprégnée du liquide, maintenu à la même température. La perte de poids donne la quantité de liquide qui s'est vaporisée pour fournir un volume de mélange égal à 2^{lit} augmentés du volume de cette vapeur.

» Cette méthode est beaucoup moins précise que la précédente, pour deux raisons : d'une part, la variation rapide des tensions de vapeur avec la température; d'autre part, la difficulté d'amener à saturation une masse donnée d'air. Les erreurs sont par cette seconde méthode au moins deux fois plus grandes que par la première.

» Dans le Tableau qui résume les résultats de nos expériences, les lettres inscrites en tête des colonnes ont la signification suivante :

t température de saturation de l'air;
p poids de vapeur par litre de mélange mesuré à la température de 15°;
v volume de vapeur dans 100^{vol} de mélange;
o volume d'oxygène nécessaire pour la combustion complète de la vapeur;
q quantité de chaleur dégagée par la combustion de 1^{vol} moléculaire du mélange, soit $23^{lit},5$ à 15°.

» Les nombres en chiffres gras indiquent les résultats directs des mesures expérimentales; les autres sont calculés tant en partant de ces ré-

sultats que des données connues relatives aux poids moléculaires, aux chaleurs de combustion.

Corps étudiés,	t.	p.	v.	a.	q.
	o	gr			
Hydrogène	»	»	10	5	6,9
Oxyde de carbone	»	»	16	8	11
Sulfure de carbone	»	0,063	1,94	5,9	4,9
Gaz d'éclairage	»	»	8,1	9	10
Éther de pétrole	»	0,045	»	»	13
Essence de pétrole	»	0,051	»	»	13
Huile de pétrole	46,5	0,057	»	»	14,5
Méthane	»	»	6	12	12,9
Pentane	»	0,034	1,1	9	9,5
Hexane	»	0,048	1,3	12,7	13,1
Heptane	»	0,047	1,1	12,3	12,9
Octane	»	0,049	1,0	12,6	13,1
Nonane	12	0,045	0,83	11,6	12,1
Acétylène	»	»	2,8	7	8,9
Amylène	»	0,046	1,6	11,9	12,8
Benzine	»	0,044	1,5	11	11,6
Toluène	»	0,049	1,3	11,4	11,8
Térébenthène	30,5	0,042	0,73	10,2	10,9
Naphtaline	69	»	»	»	»
Acétone	»	0,073	2,9	11,6	12,7
Alcool méthylique	8	0,081	6	9	10,8
» éthylique	13,5	0,060	3,07	9,2	10,3
» propylique	25	0,065	2,55	11,5	12,5
» isopropylique	17	0,068	2,65	12	12,7
» isobutylique	27,5	0,053	1,68	10,1	10,8
» allylique	25	0,074	3,04	12,5	13,4
» amylique	38	0,045	1,19	9,0	9,5
Acide acétique	36	0,103	4,05	8,1	8,9
Éther ordinaire (ox. d'éthyle)	»	0,060	1,9	11,7	12,5
Acétate d'éthyle	»	0,087	2,3	11,7	12,3
Azotate d'éthyle	»	0,145	3,8	»	12,2

» En laissant à part l'hydrogène et le sulfure de carbone, dont l'inflammabilité est très grande, on remarquera que pour tous les autres corps étudiés la chaleur de combustion du mélange limite, pris sous un volume moléculaire, est comprise entre 9^{Cal} et 13^{Cal}, et que pour le plus grand nombre elle est comprise entre 12^{Cal} et 13^{Cal}, nombres dont l'écart est inférieur aux erreurs possibles d'expérience. On peut donc dire que, d'une façon générale, la limite d'inflammabilité du plus grand nombre des composés du

carbone correspond à une chaleur de combustion voisine de $12^{Cal},5$. Le même Tableau montre que la quantité d'oxygène consommée dans la combustion de ces mélanges est également peu variable et voisine de 11,5 pour 100 du volume total. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse spectrale de quelques minéraux non conducteurs par les sels fondus et réactions des éléments*. Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. Friedel.

« Voici quelques applications de la méthode que j'ai eu l'honneur d'exposer ici dans une Communication antérieure (1) et qui permet d'obtenir les spectres de lignes des éléments contenus dans les minéraux ou les précipités non conducteurs en exposant ceux-ci, pulvérisés et fondus avec un carbonate alcalin, à l'action de l'étincelle condensée.

» Le *lithium* recherché par l'emploi du carbonate de sodium est excessivement sensible : pour de très faibles traces il est décelé par ses raies rouge (670,8) et orangée (610,4) que l'on obtient même directement à froid en faisant rejaillir l'étincelle condensée à la surface d'un morceau de triphane ou de lépidolite.

» Le *sodium* se manifeste par le doublet rouge et le doublet vert le moins réfrangible, qui en indiquent des quantités variables entre 0,01 et 0,001, la double raie jaune D étant d'ailleurs toujours amenée, soit par le sel fondu, soit par la substance étudiée.

» Le *potassium* est très peu sensible par ce procédé. On le reconnaît surtout à son groupe vert Kα(583-578), et à sa raie violette 404,6, moins caractéristique mais donnant une meilleure réaction.

» Le *rubidium* à l'état de traces non dosables est facilement reconnaissable par ses deux lignes violettes (421,6) et (420,2).

» Le *cæsium* paraît aussi sensible par ses lignes bleues (459,3) et (455,6).

» Les métaux alcalino-terreux sont tout particulièrement aisés à déceler en très faibles quantités par les lignes capitales, les dernières à disparaître de leurs spectres de lignes et qui sont : pour le *calcium*, dans le bleu (445,5)(443,5)(442,6), et surtout dans le violet (422,7), ainsi que (396,9) et (393,4) dans l'ultra-violet; ces trois dernières lignes coïncident, on le sait, avec G, H et K du spectre solaire; pour le *strontium*, dans le bleu (460,8), dans l'indigo (430,6) et dans le violet (421,6); pour le *baryum*, dans le rouge et l'orangé (649,7) et (614,2), dans le vert (577,8) (553,6)(493,4) et dans le bleu (455,4).

» Le *magnésium* est caractérisé avec sensibilité par le triplet vert Mgα, bien connu, et le *glucinium* par la raie bleue (457,3), facile à voir mais notablement moins délicate.

» Le *manganèse* qui, par la méthode d'analyse directe, ne se manifestait pas, même dans les minéraux à éclat métallique comme la haussmannite, est facilement décelé avec

(1) *Comptes rendus*, 18 avril 1898.

les sels fondus par son groupe de cinq raies bleues Mnα(482-475). Il en est de même pour le *chrome* très bien caractérisé par sa triple raie verte (520,9)(520,6)(520,5), les deux dernières paraissant confondues avec une dispersion moyenne.

» Le *fer* et le *nickel* au contraire ne devront pas être recherchés par cette méthode, et si leurs raies ne sont pas observées il n'en faudra pas conclure à leur absence dans le corps étudié.

» L'*aluminium* dont la recherche au moyen de l'analyse spectrale est en général déconseillée dans les traités spéciaux, m'a donné au contraire une bonne réaction par son doublet rouge (624,5)(623,5) amené avec une grande sensibilité par une faible quantité d'alumine en présence du carbonate de lithium, de beaucoup préférable dans ce cas au sel de sodium.

» Le *vanadium*, qui donne aussi facilement son spectre dans les sels fondus que dans les minéraux dissous par ceux-ci, se manifeste surtout par un groupe de fortes raies dans l'indigo dont la moins réfrangible (440,8) est la plus persistante et la plus sensible, et qui s'étend jusqu'à (438,0).

» Le *zirconium* est aisément reconnaissable à son groupe de cinq lignes entre (481,6) et (469) dans le bleu, parmi lesquelles (474,0) est la plus forte et la dernière à disparaître.

» Je ne parlerai pas des spectres de lignes des métalloïdes déjà décrits dans de précédents travaux, où j'en avais fait l'étude dans les minéraux ou dans les sels fondus. Je ferai observer seulement que leur sensibilité, très grande dans les composés où ils ne sont pas combinés à l'oxygène, tels que les sulfures, séléniures, tellurures, chlorures, bromures, iodures, devient au contraire assez faible dans les oxysels correspondants, dont la dissociation exige une forte condensation (4 à 6 jarres) pour faire apparaître les lignes des métalloïdes. Dans ce cas l'emploi du carbonate de sodium m'a paru donner de bien meilleurs résultats que celui de lithium.

» Un certain nombre de minéraux étudiés par cette méthode ont donné, au moyen des réactions spectrales que je viens d'exposer, le diagnostic des éléments suivants :

» *Orthose adulaire*, du Saint-Gothard et des Grisons : silicium, aluminium, potassium, sodium, baryum, calcium et parfois magnésium.

» *Orthose cassinite*, Blue-Hill (États-Unis) : mêmes spectres, mais baryum beaucoup plus développé, et sans magnésium.

» *Albite*, de Modane : silicium, aluminium, sodium, calcium, magnésium.

» *Albite péristérite*, Villeneuve-Canada : même spectre, calcium plus développé.

» *Oligoclase*, de Bakersville (États-Unis) : silicium, aluminium, sodium, calcium, baryum; d'Ytterby (Suède) : même spectre, moins le baryum, et plus la raie capitale (421,6) du strontium.

» *Labrador*, côte du Labrador : silicium, aluminium, sodium, calcium.

» *Anorthite*, de la Somma et de la Nouvelle-Calédonie : silicium, aluminium, sodium, calcium, magnésium. Le spectre du calcium est beaucoup plus développé et plus brillant que dans les autres plagioclases dont il permet de distinguer l'anorthite au premier aspect du spectre total.

» *Pétalite*, d'Utö (Suède) : par Na^2CO^3, silicium, lithium, calcium, rubidium, aluminium (mieux visible avec Li^2CO^3).

» *Pollux*, Hébron (États-Unis) : par Na^2CO^3, silicium, cœsium, lithium, calcium et par Li^2CO^3, aluminium, sodium.

» *Rhodonite,* vallée de Louron (Hautes-Pyrénées) : silicium, manganèse, calcium, aluminium.

» *Émeraude béryl,* Limoges : silicium, aluminium, sodium, glucinium, calcium.

» *Grenat spessartine,* Saint-Marcel (Piémont) : silicium, aluminium, manganèse, calcium.

» *Zircon,* Miask (Oural) : silicium, zirconium, aluminium, calcium.

» *Axinite,* Oisans : silicium, aluminium, calcium, manganèse, magnésium.

» *Garniérite* vert pâle, de Kanala (Nouvelle-Calédonie) : silicium, magnésium, aluminium, mais pas de raies du nickel, présent cependant à 3 ou 4 pour 100.

» *Sphène,* de Zermatt : silicium, calcium, titane, aluminium.

» *Aerinite,* de Caserras (Aragon) : silicium, calcium, aluminium, magnésium, baryum, vanadium.

Calcaires : plusieurs d'entre eux ont donné, au milieu du spectre de lignes de calcium, le triplet vert du magnésium et quelques raies du strontium.

» *Célestine,* Sicile : strontium, baryum, soufre difficile à faire apparaître.

» *Sidérochrome,* Silésie : chrome, magnésium, calcium ; de Brousse (Asie Mineure) : même spectre et, de plus, silicium, aluminium, sodium.

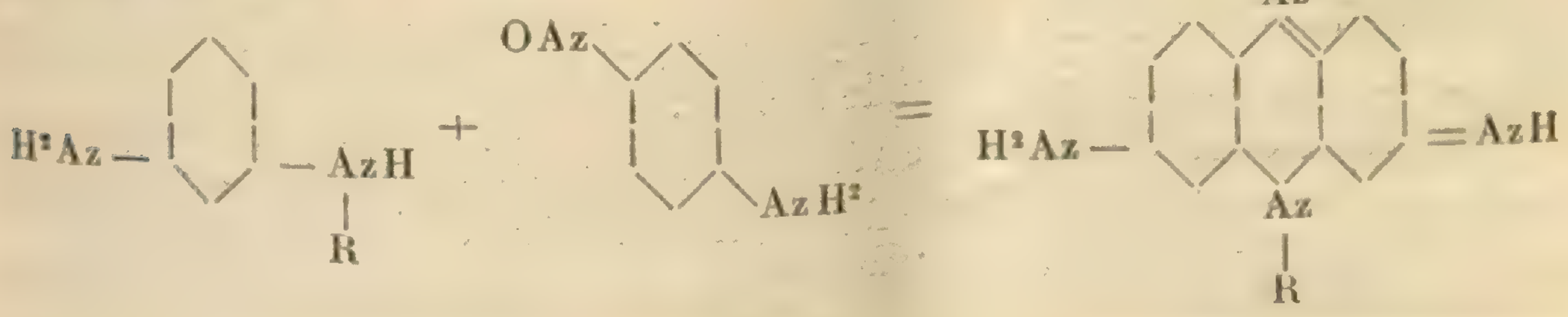
» *Blende,* Santander et Pierrefitte : zinc, soufre et parfois argent, cadmium, calcium, aluminium.

» *Cryolite,* Grœnland : fondue directement sans aucun sel interposé, aluminium, sodium, lithium, silicium, magnésium, calcium.

» Ce procédé, on le voit, donne des résultats satisfaisants pour la plupart des corps simples, mais avec une sensibilité inégale. A l'occasion on pourra simplifier le spectre étudié par la réduction du condensateur à une seule jarre qui ne laisserait plus apparaître seulement que les raies capitales des métaux. »

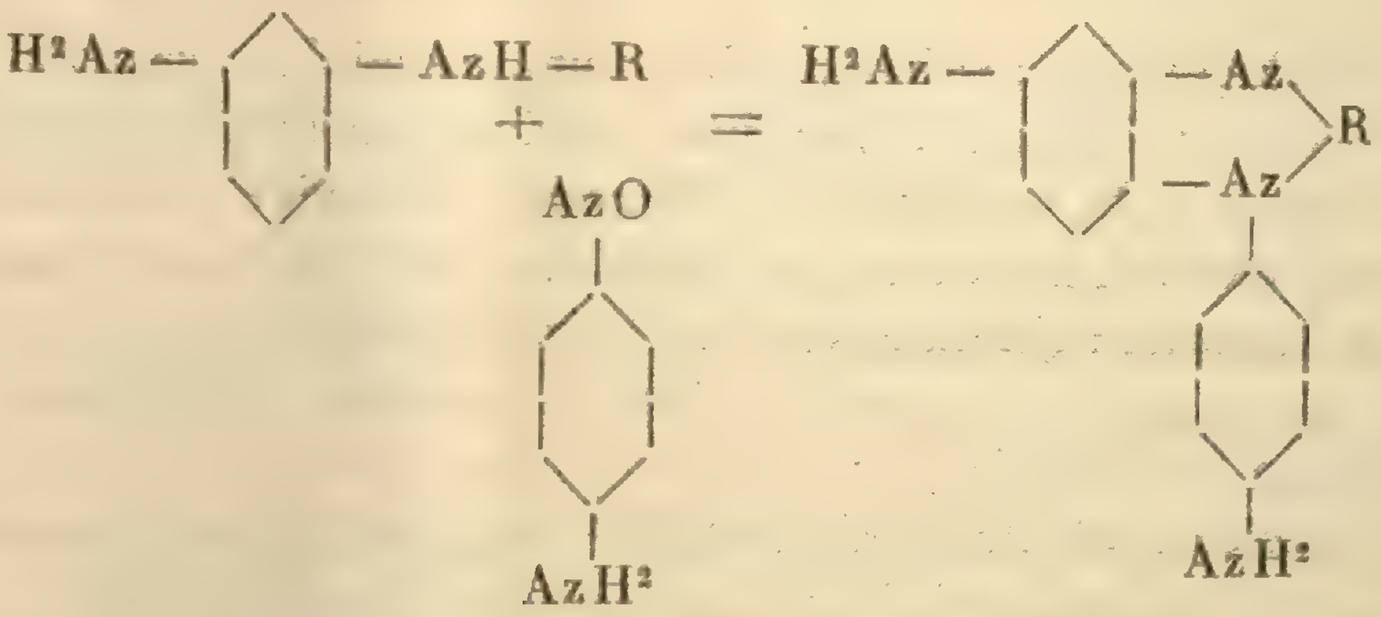
CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la safranine.* Note de M. **Georges-F. Jaubert**, présentée par M. Friedel.

« A la suite de la Note que j'ai publiée ici même (1) relative à la synthèse de la safranine par condensation d'une amine aromatique paranitrosée avec un dérivé monoalcoylé de la métaphénylènediamine, synthèse exprimée par le schéma suivant et démontrant, selon moi, la structure *symétrique* de la safranine :

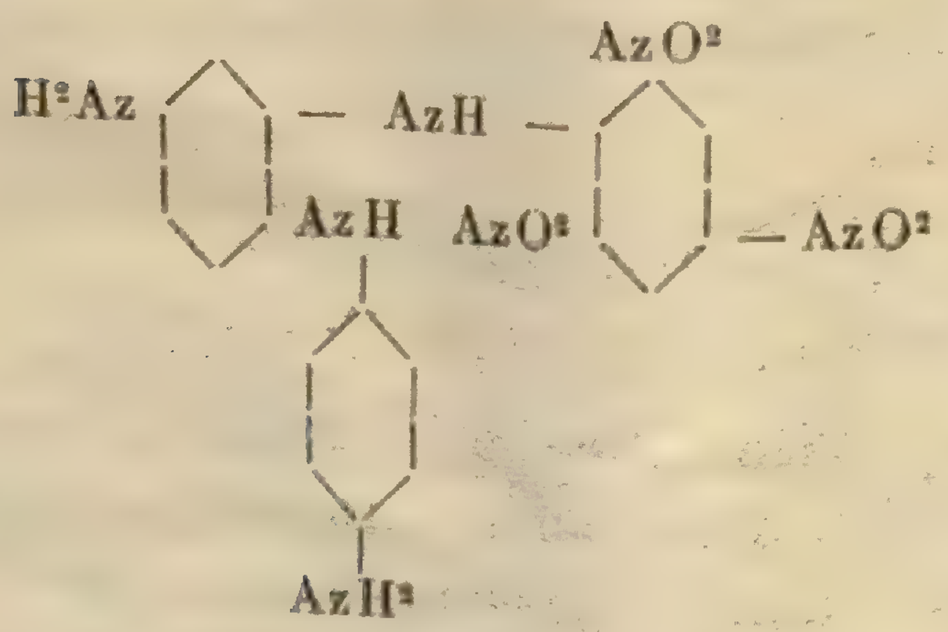


(1) *Comptes rendus,* t. CXXI, p. 947; 1895.

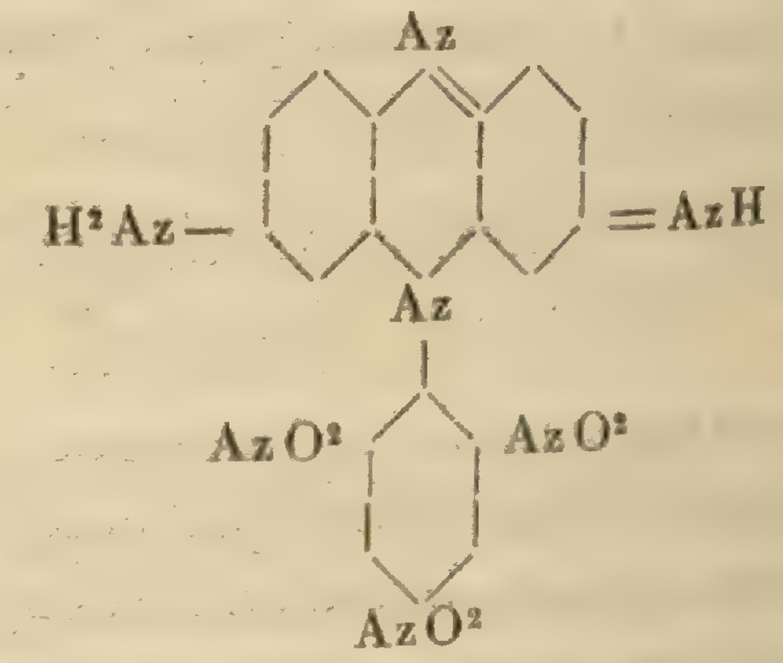
M. Nietzki, le promoteur de la formule *asymétrique* de la safranine, m'a fait remarquer (1) que cette condensation pouvait tout aussi bien être interprétée de la façon suivante :



» Cette interprétation infirmant la justesse de la formule symétrique, j'ai étudié un cas particulier du procédé général de synthèse que j'ai trouvé, cas exclu par le schéma *asymétrique*. En effet, l'interprétation de M. Nietzki montre que la synthèse de la safranine serait impossible par le procédé que j'ai proposé, chaque fois que le radical phénylique R est doublement substitué en ortho par rapport à l'azote. Il en est ainsi pour la trinitrophényl-méta-phénylènediamine, dont la condensation avec la nitrosoaniline est incompatible avec la formule asymétrique :



Formule asymétrique.



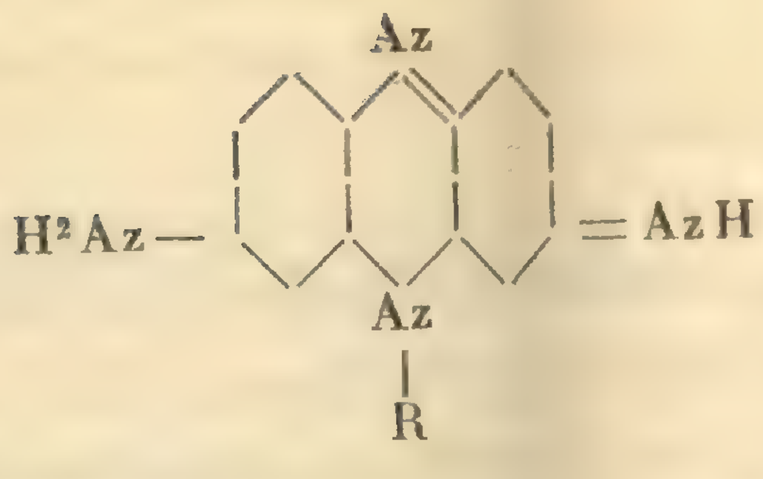
Formule symétrique.

tandis qu'avec le schéma symétrique que j'ai proposé cette condensation doit avoir lieu avec la plus grande facilité.

» L'expérience étant venue vérifier cette manière de voir, cette nouvelle synthèse démontre, cette fois d'une manière définitive, que la structure des safranines est symétrique et peut être représentée par le schéma

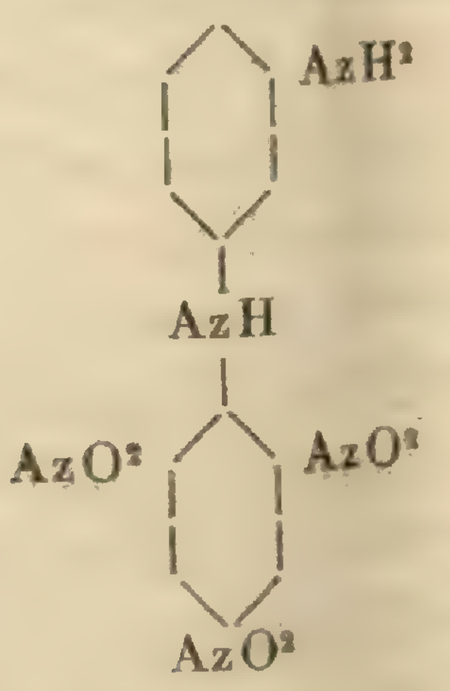
(1) *D. chem. Gesellschaft*, t. XXVIII, p. 1354.

suivant :



» *Synthèse de la trinitrophénosafranine.* — On chauffe au réfrigérant ascendant un mélange de 5gr de chlorure de picryle, 5gr de chlorhydrate de m.-phénylènediamine, 5gr d'acétate de soude anhydre et 50cc d'alcool. Au bout de deux heures la réaction est terminée; on laisse refroidir et l'on filtre les cristaux rouges qui se sont séparés, on les lave à l'eau et on les sèche au bain-marie.

» La trinitro-m.-aminodiphénylamine, qui répond à la formule suivante :



cristallise dans l'acétone en prismes orangés fusibles à 207°, peu solubles dans l'alcool et dans l'acide acétique, facilement solubles dans les alcalis caustiques.

» Un dosage d'azote a donné les résultats suivants :

Calculé pour $C^{12}H^{9}O^{6}Az^{5}$ pour 100.....	Az = 21,94
Trouvé » » pour 100.....	Az = 21,13

» En oxydant en solution acétique des quantités équimoléculaires de trinitro-m.-aminodiphénylamine et de p.-phénylènediamine, on obtient une indamine verdâtre qui se transforme intégralement en trinitrophénosafranine par simple ébullition de sa solution alcoolique.

» La trinitrophénosafranine possède un pouvoir colorant considérable et teint le coton mordancé au tanin et à l'émétique en rouge rubis.

» *Synthèse de la trinitrodiméthylphénosafranine.* — Cette matière colorante prend naissance soit dans l'action du chlorhydrate de nitrosodimé-

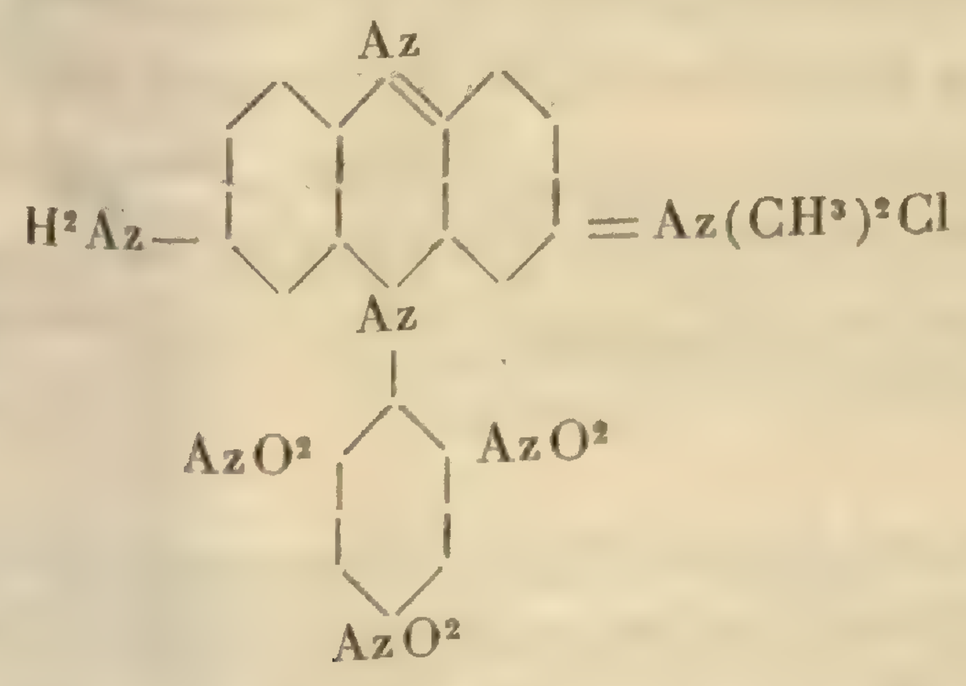
thylaniline sur la trinitro-m.-aminodiphénylamine, soit dans l'oxydation de quantités équimoléculaires de p.-phénylènediamine et de trinitro-m.-diméthylaminodiphénylamine.

» Le dérivé diméthylé de la m.-phénylènediamine, qui est le point de départ de cette synthèse, s'obtient facilement par condensation du chlorure de picryle avec la m.-aminodiméthylaniline :

» On chauffe au réfrigérant ascendant, pendant cinq ou six heures, un mélange de 11^{gr} de chlorhydrate de m.-aminodiméthylaniline, 5^{gr} d'acétate de sodium anhydre, 12^{gr} de chlorure de picryle et 250^{cc} d'alcool. Par refroidissement il se sépare des cristaux rouges que l'on filtre et lave à l'eau froide; ils répondent à la formule suivante :

$$(AzO^2)^3_{(2.4.6)} - C^6H^2 - AzH_{(1)} - C^6H^4 - Az(CH^3)^2_{(3)}.$$

» Pour la synthèse de la safranine diméthylée, on dissout à l'ébullition 5^{gr} du dérivé ci-dessus dans 120^{gr} d'acide acétique glacial auquel on ajoute une solution bouillante de 5^{gr} de chlorhydrate de p.-phénylènediamine et 3^{gr} d'acétate de sodium anhydre dans 100^{gr} d'acide acétique glacial. On refroidit le tout avec de la glace et l'on oxyde le mélange en ajoutant 1^{gr},2 de bichromate de potassium en solution dans 30^{cc} d'eau froide; l'indamine se sépare aussitôt; on la filtre, lave à l'eau froide et met à bouillir avec de l'alcool. L'indamine intermédiaire se transforme bientôt en safranine que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool. On obtient ainsi des aiguilles vertes se dissolvant facilement dans l'eau avec une couleur cramoisie et répondant à la constitution suivante :



» Un dosage d'azote et de chlore a donné les résultats suivants :

Calculé pour $C^{20}H^{16}Az^7O^6Cl$...	Az pour 100	= 20,18	Cl pour 100	= 7,31
Trouvé »	» ...	»	= 19,84	»	= 8,02

» La trinitrodiméthylphénosafranine teint le coton mordancé au tanin et à l'émétique en un violet rouge très résistant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'aluminium et du chlore en présence du chlorure d'aluminium sur le chloral anhydre* (¹). Note de M. **A. Mouneyrat**, présentée par M. Friedel.

« Alphonse Combes (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t, XII, p. 269), en chauffant à 70° un mélange de chlorure d'aluminium et de chloral anhydres, dans les proportions correspondant à l'équation

$$(\alpha) \qquad (CCl^3 - COH)^3 + AlCl^3 = (CCl^2 = CCl^2)^3 + Al(OH)^3$$

a obtenu du perchloréthène ($CCl^2 = CCl^2$) et une huile que ce savant a démontré être un polymère du chloral. D'après cet habile chimiste, ainsi que l'indique l'équation (α), le corps ($CCl^2 = CCl^2$) résulte de l'action directe du chlorure d'aluminium sur le chloral. En employant les mêmes proportions de réactifs et en chauffant à la température du bain-marie le mélange ($CCl^3 - COH + AlCl^3$), jusqu'à ce qu'il ne dégage plus d'acide chlorhydrique, j'ai trouvé des résultats différant sur certains points de ceux d'Alphonse Combes.

» J'ai, dans ce traitement, obtenu une huile rougeâtre, laquelle, après plusieurs lavages à l'eau chlorhydrique et dessiccation, soumise à la distillation fractionnée, m'a donné : au-dessous de 100° du chloral inaltéré, à 120°-121° du ($CCl^2 - CCl^2$), à 159°-160° une quantité notable de pentachloréthane ($CCl^3 - CCl^2H$); au-dessus de 160° une huile épaisse, lourde, identique à celle d'Alphonse Combes. Cette expérience nous montre ce fait intéressant qu'une partie du chlorure d'aluminium s'est comportée, pour donner ($CCl^3 - CCl^2H$), vis-à-vis du chloral, exactement comme aurait pu faire le pentachlorure de phosphore, c'est-à-dire qu'on a

$$3(CCl^3 - COH) + (AlCl^3)^2 = (CCl^3 - CCl^2H)^3 + Al^2O^3.$$

» Le pentachloréthane ainsi formé se transforme ensuite (je le démontrerai dans la suite) en perchloréthène ($CCl^2 = CCl^2$) sous l'influence du chlorure d'aluminium, conformément aux équations

$$(1) \qquad CCl^3 - CCl^2H + AlCl^3 = CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 + HCl$$

$$(2) \qquad CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 = CCl^2 = CCl^2 + AlCl^3.$$

» Il semble donc que la formation de ($CCl^2 = CCl^2$) n'est pas directe;

(¹) Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

elle est le résultat de la décomposition de $CCl^3 - CCl^2H$ sous l'influence de $(AlCl^3)$.

» M. H. Gautier a montré (*Comptes rendus*, t. CI, p. 1161) que le chlore, agissant sur le chloral à la lumière diffuse, donne du tétrachlorure de carbone (CCl^4), de l'acide chlorhydrique et du chlorure de carbonyle ($COCl^2$). J'ai pensé que, grâce à la propriété que possède le chlorure d'aluminium de donner du $(CCl^2 = CCl^2)$, du $(CCl^3 - CCl^2H)$ en agissant sur le chloral, en chlorant ce dernier corps en présence du chlorure d'aluminium on aurait des résultats différant de ceux obtenus par M. H. Gautier.

» Dans un ballon de 1000^{cc} de capacité, surmonté d'un réfrigérant ascendant vertical, j'ai versé 500^{gr} de chloral anhydre, puis, par petites portions, 250^{gr} de chlorure d'aluminium parfaitement anhydre et bien pulvérisé. La masse alors complètement solide est portée, à l'aide d'un bain de paraffine, à 75°-80°; après fluidification complète de la masse, j'y ai lancé un courant régulier de chlore bien sec. Ce gaz est entièrement absorbé et il se produit un abondant dégagement d'acide chlorhydrique; au bout de quelque temps, les parois du ballon, ainsi que le tube amenant le chlore dans la masse, se recouvrent de magnifiques cristaux blancs à odeur très prononcée de camphre. Lorsque le chlore cesse d'être absorbé, la masse alors complètement solide est projetée par petites portions dans l'eau chlorhydrique. Il se dégage des torrents d'acide chlorhydrique et une petite quantité de $COCl^2$, tandis qu'à la surface de l'eau vient surnager une poudre blanche à odeur de camphre; cette poudre séchée est purifiée par sublimation.

» Ce corps fond à 187°-188° en tube capillaire et bout à 185°; l'analyse lui assigne la formule C^3Cl^6, c'est de l'hexachloréthane $CCl^3 - CCl^3$. C'est là un bon moyen de préparer ce corps, car les rendements varient entre 75 et 80 pour 100 du poids du chloral employé.

» La formation de $(CCl^3 - CCl^3)$ dans cette réaction s'explique facilement d'après l'expérience précédente; elle résulte, en effet, de la fixation du chlore sur $CCl^2 = CCl^2$ au fur et à mesure de sa formation, ainsi que l'indiquent les équations

$$(1) \quad (CCl^3 - COH)^3 + (AlCl^3)^2 = (CCl^3 - CCl^2H)^3 + Al^2O^3,$$

$$(2) \quad CCl^3 - CCl^2H + AlCl^3 = CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 + HCl,$$

$$(3) \quad CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 = CCl^2 = CCl^2 + AlCl^3,$$

$$(4) \quad CCl^2 = CCl^2 + Cl^2 = CCl^3 - CCl^3.$$

» Pour interpréter les expériences précédentes, j'ai avancé que le chlorure d'aluminium, agissant sur le pentachloréthane, provoquait le départ d'uue molécule d'acide chlorhydrique pour donner du perchloréthène $(CCl^2 = CCl^2)$. Pour vérifier cette hypothèse, j'ai placé dans un ballon bien sec, plongeant dans un bain-marie et surmonté d'un réfrigérant ascen-

dant, 200gr de $CCl^3 - CCl^2H$ dépourvu de toute trace d'eau avec 10gr de chlorure d'aluminium anhydre et bien pulvérisé. J'ai chauffé à 100°, en ayant soin d'agiter de temps à autre le ballon; déjà à 70°, de l'acide chlorhydrique se dégage; à la température de l'eau bouillante, ce dégagement est rapide et parfaitement régulier. Lorsqu'il cesse, l'opération est terminée. Le liquide obtenu est jeté dans l'eau chlorhydrique, entraîné à la vapeur, séché et distillé. Il passe tout entier entre 120°-121°; l'analyse lui assigne la formule C^2Cl^4; à la lumière du jour, il fixe 2 atomes de brome, pour donner $CCl^2Br - CCl^2Br$. Ce corps est donc du bichlorure de carbone ($CCl^2 = CCl^2$). C'est là le meilleur procédé de préparation de ce produit; les rendements sont théoriques.

» Je crois que le chlorure d'aluminium, pour donner $CCl^2 = CCl^2$, doit au préalable former avec $CCl^3 - CCl^2H$ un composé organométallique, avec élimination d'une molécule d'acide chlorhydrique; puis ce composé doit se détruire pour régénérer le chlorure d'aluminium et donner ($CCl^2 = CCl^2$).

» Les équations suivantes expriment cette hypothèse :

$$(1) \qquad CCl^3 - CCl^2H + AlCl^3 = CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 + HCl,$$

$$(2) \qquad CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 = CCl^2 = CCl^2 + AlCl^3.$$

On conçoit ainsi qu'une quantité relativement très faible de chlorure d'aluminium suffise pour transformer de grandes quantités de pentachloréthane.

» Cette réaction (et bien d'autres que je donnerai dans la suite) nous montre nettement que le chlorure d'aluminium jouit de la propriété de créer, sur les carbures d'hydrogène chlorés de la série grasse, des doubles liaisons éthyléniques. Me basant sur cette dernière propriété, j'ai réalisé, à l'aide de ce puissant agent de synthèse, une méthode de chloruration dans la série acyclique.

» Si, dans le mélange précédent ($CCl^3 - CCl^2H + AlCl^3$), chauffé à 100° à l'aide d'un bain-marie, on lance un courant de chlore sec, le bichlorure de carbone, au fur et à mesure de sa formation, va perdre sa double liaison pour fixer deux atomes de chlore et fournir ainsi de l'hexachloréthane $CCl^3 - CCl^3$:

$$(1) \qquad CCl^2 = CCl^2 + Cl^2 = CCl^3 - CCl^3.$$

C'est, en effet, ce qui a lieu; les rendements en hexachloréthane sont théoriques; c'est le meilleur procédé de préparation de ce dernier corps.

» Le brome sec, ajouté goutte à goutte au mélange de pentachloréthane et

de chlorure d'aluminium, porté à 100°, se fixe également sur $CCl^2 = CCl^2$ formé, pour donner, avec de bons rendements, le dibromotétrachloréthane symétrique $CCl^2Br - CCl^2Br$:

$$CCl^2 = CCl^2 + Br^2 = CCl^2Br - CCl^2Br. \text{ »}$$

CHIMIE AGRICOLE. — *Dosage de l'acide phosphorique dans les superphosphates.* Note de M. **Léo Vignon**.

« On sait que le dosage de l'acide phosphorique solubilisé, dans les superphosphates et dans les engrais chimiques, comprend, pratiquement, trois cas :

» 1° Dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau;

» 2° Dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau et de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque, *réunis;*

» 3° Dosage *séparé* de l'acide phosphorique soluble dans l'eau et de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque.

» Les expériences que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie visent ce troisième cas.

» Pour doser séparément l'acide phosphorique soluble dans l'eau et l'acide phosphorique soluble dans le citrate, on procède ordinairement de la façon suivante :

» Le phosphate est d'abord épuisé par l'eau, puis le résidu est repris et traité par la solution de citrate d'ammoniaque. On précipite ensuite *séparément* l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien dans le liquide provenant du traitement à l'eau, et dans le liquide obtenu par le traitement au citrate. Toutes ces opérations doivent être effectuées en observant rigoureusement les prescriptions du Comité des stations agronomiques et des laboratoires agricoles.

» J'ai observé que si l'échantillon analysé renferme *beaucoup* d'acide phosphorique soluble dans l'eau et une *petite quantité* d'acide phosphorique soluble dans le citrate, la précipitation de cette forme de l'acide phosphorique ne s'effectue pas toujours complètement en un délai de quelques heures.

» Des échantillons de superphosphate, traités par la méthode que je viens d'indiquer, ont donné :

» 1° Après huit heures de précipitation :

	Superphosphate d'os.	Superphosphates minéraux.	
	I.	II.	III.
Acide phosphorique soluble à l'eau.....	14,32	14,13	10,20
» au citrate..	0,77	0,27	3,10
Somme.....	15,09	14,40	13,30

» 2° Après quinze heures de précipitation :

	Superphosphate d'os.	Superphosphates minéraux.	
	I.	II.	III.
Acide phosphorique soluble à l'eau.....	14,32	14,13	10,20
» au citrate..	1,08	0,45	3,18
Somme.....	15,40	14,58	13,38

» Les résultats sont autres si l'on mélange préalablement la solution aqueuse et la solution de citrate ayant servi à épuiser l'échantillon.

» J'ai obtenu, en effet, pour les superphosphates examinés (après douze heures de précipitation) :

	Superphosphate d'os.	Superphosphates minéraux.	
	I.	II.	III.
Acide phosphorique soluble à l'eau et au citrate (mélangés).....	17,79	14,94	13,91

» On a donc :

Acide phosphorique soluble au citrate.

	I.	II.	III.
Dosage direct.....	1,08	0,45	3,18
Par différence (soluble eau et citrate — soluble eau).....	3,47	0,81	3,71

» On est donc exposé, par le dosage direct, à trouver pour l'acide phosphorique soluble dans le citrate des nombres trop faibles, quand celui-ci est en petite quantité. Il est vrai que la formation du phosphate ammoniaco-magnésien peut être favorisée par une agitation mécanique continue, et par l'application d'une température de 25° à 30°; mais ces conditions compliquent l'analyse et ne sont pas toujours faciles à remplir.

» La méthode du dosage par différence donne plus de garanties. Il est facile de comprendre pourquoi le phosphate ammoniaco-magnésien, en raison de sa masse, a plus de tendance à se déposer intégralement dans le mélange eau et citrate que dans le citrate seul pouvant être très pauvre en acide phosphorique.

» En résumé, pour doser *séparément*, dans un superphosphate ou un engrais, l'acide phosphorique soluble à l'eau et l'acide phosphorique soluble au citrate, il est indiqué de doser directement l'acide phosphorique soluble dans l'eau, *ensemble* l'acide phosphorique soluble à l'eau et au citrate, et *par différence* l'acide phosphorique soluble dans le citrate. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les* Peripatus.
Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La Note que j'ai publiée récemment dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences avait pour objet de montrer que les Péripates sont vraisemblablement d'origine américaine, et qu'il existe des formes de passage entre leurs espèces du nouveau monde et celles de l'ancien; aujourd'hui, j'ai pour but de faire connaître un Péripate nouveau dont l'intérêt propre est de bien mettre en évidence les caractères des représentants les plus primitifs du genre.

» Ce Péripate appartient, comme le *P. Tholloni,* à la collection du Muséum; il a été recueilli à Popayan, dans la Nouvelle-Grenade (Colombie), par un voyageur dont le nom ne nous est pas resté. Capturé dans une maison, il avait rejeté un liquide abondant par ses tentacules postérieurs et se trouvait en partie inclus dans cette sécrétion que l'alcool avait coagulée.

» Autant il est difficile de séparer les unes des autres la plupart des espèces américaines, autant celle-ci a des traits éminemment caractéristiques.

» Par la forme générale du corps, l'animal ressemble assez au *P. Moseleyi* : il se dilate régulièrement et fortement des extrémités au milieu et mesure, dans cette région, $8^{mm},8$; sa longueur totale, abstraction faite des tentacules, étant de 73^{mm}.

» Les plis transverses de ses téguments ne sont pas interrompus sur la ligne médiane dorsale, qui est déprimée, mais s'y atténuent sensiblement; sur le dos, ils sont ornés de petites papilles coniques et allongées transversalement, qui forment plusieurs rangées irrégulières dans chaque pli; çà et là, de très grosses papilles coniques ou subcylindriques interrompent ces rangées et occupent toute la largeur du pli. Ces grosses papilles sont peu nombreuses et ressemblent à des verrues éparses sur les téguments de l'animal; plus abondantes et un peu plus réduites au voisinage des pattes, elles manquent complètement sur la face ventrale et sur les appendices, et sont remplacées, dans ces régions, par des papilles semblables à celles du *P. Edwardsii*.

» Les antennes sont à peine dilatées en avant et comptent environ quarante-sept anneaux. Les mâchoires ont l'une et l'autre quatre dents, y

compris la grande dent interne; sur la mâchoire interne se trouve, en outre, une rangée de cinq ou six dents plus petites. Aucune espèce connue ne présente une armature dentaire aussi compliquée.

» Les pattes sont au nombre de trente-sept paires; on sait qu'il y en a jusqu'à trente-six dans le *P. quitensis* Schmarda, et plus de quarante dans le *P. torquatus* Kennel. Elles sont très aplaties d'avant en arrière, presque laminiformes et, bien que cette apparence puisse être due en partie à l'action de l'alcool, il est certain que l'animal vivant doit se faire remarquer par la forme aplatie et, jusqu'à un certain point, annélidienne de ses appendices. Ce n'est point là, du reste, la seule particularité intéressante que présentent ces derniers. Leurs arceaux spinuleux en fer à cheval sont au nombre de cinq, et parfois même on peut observer dans l'animal les ébauches d'un sixième; les pattes des paires pénultième et antépénultième en ont seulement quatre comme les pattes normales des autres espèces américaines, et celles de la dernière paire, comme de coutume, n'en ont plus que deux. La partie des pattes qui se termine par les griffes est non moins bien caractérisée, car elle porte à son sommet deux papilles en avant et deux papilles en arrière, tandis que les autres espèces de Péripates n'ont qu'une papille sur la partie postérieure de leurs appendices.

» La fossette à téguments minces que présentent les pattes sur leur face ventrale est au moins aussi développée que dans les autres espèces américaines, mais les pores néphridiens des pattes de la quatrième et de la cinquième paire sont un peu différemment situés : ils produisent une profonde échancrure et même une solution de continuité dans l'arceau spinuleux intermédiaire. Au fond, ils occupent la place même où on les trouve chez tous les *Peripatus*.

» L'orifice génital est compris entre les pattes de l'avant-dernière paire comme dans les autres espèces américaines.

» L'exemplaire que j'ai étudié appartient au sexe femelle, il n'avait pas d'embryons dans ses matrices.

» Par ses pattes très nombreuses et aplaties, par l'armature complexe de ses mâchoires, par les quatre papilles et par les cinq arceaux spinuleux de ses extrémités, cette espèce présente des caractères plus primitifs qu'aucun autre Péripate et se rapproche, par conséquent, davantage de la forme annélidienne dont provient le groupe. Comme elle est d'ailleurs très facilement reconnaissable aux grosses papilles tuberculiformes qu'elle présente sur la face dorsale, je propose de lui donner le nom de *Peripatus tuberculatus*. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'oxyde de carbone contenu normalement dans le sang.* Note de M. **Maurice Nicloux** (1), présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons montré en décembre 1897, M. Desgrez et moi (2), que l'anesthésie chloroformique fait augmenter la proportion du gaz combustible du sang. La décomposition du chloroforme en solution aqueuse avec production d'oxyde de carbone (3) nous a fait admettre que cette augmentation était due à ce composé. L'appareil employé fut alors le grisoumètre de M. Gréhant.

» Peu de temps après (4), M. de Saint-Martin, répétant nos expériences, signalait dans le sang la présence normale d'une petite quantité d'oxyde de carbone, mais attribuait à ce moment l'origine de l'oxyde de carbone trouvé à l'analyse à l'action des réactifs, acide acétique ou tartrique, sur le sang lui-même.

» Enfin, M. Desgrez et moi (5), pour répondre à quelques critiques, nous avons appliqué au contrôle de nos premières recherches une méthode absolument différente, d'une sensibilité extrême, et nous sommes arrivés à des résultats du même ordre. Ce fut l'occasion pour nous de confirmer la présence de l'oxyde de carbone trouvé dans le sang par M. de Saint-Martin; mais, pour les raisons développées dans nos publications, nous n'avons pu admettre comme lui la décomposition d'une substance hématique avec production d'oxyde de carbone.

» D'ailleurs, postérieurement (6), M. de Saint-Martin abandonnait de lui-même sa première hypothèse (action des réactifs sur le sang).

» Le fait de la présence normale de l'oxyde de carbone dans le sang des animaux *vivant à Paris* se trouvant alors parfaitement établi, la question immédiatement se pose d'en connaître l'origine. On est ainsi amené à formuler les deux hypothèses suivantes qui peuvent, je crois, seules, expliquer la présence de ce gaz dans le sang :

» 1° Fixation de l'oxyde de carbone de l'air (si l'air des grandes villes en contient) par l'hémoglobine des animaux soumis aux expériences;

---

(1) Travail du laboratoire de Physiologie générale au Muséum.

(2) *Comptes rendus*, 6 décembre 1897.

(3) A. Desgrez, *Comptes rendus*, 15 décembre 1897.

(4) L. de Saint-Martin, *Ibid.*, 14 février 1898.

(5) *Comptes rendus*, 7 mars 1898, et *Archives de Physiologie*, n° 2, p. 377; avril 1898.

(6) L. de Saint-Martin, *Comptes rendus*, 4 avril 1898.

» 2° Production de ce gaz dans l'organisme lui-même.

» A première vue, une expérience simple paraît devoir résoudre la question. Il suffit de se procurer des animaux vivant à la campagne et de comparer la teneur en oxyde de carbone du sang de ces animaux au sang de ceux vivant à Paris. Si l'oxyde de carbone du sang provient de l'atmosphère, comme il est difficile d'admettre la présence de ce gaz dans l'air de la campagne, le sang des animaux qui y vivent ne devra pas en renfermer.

» J'ai fait alors l'expérience suivante :

» Le 8 avril 1898 au matin, je me procure à Ris-Orangis (Seine-et-Oise) situé à 24^{km} de Paris un chien vagabond, couchant continuellement dehors (c'est du moins ce que l'on m'a affirmé). Le chien est amené de Ris à Paris dans un compartiment dont une fenêtre est restée ouverte et en l'absence de toute fumée de tabac. Le voyage dure de $7^h\,15^m$ à $8^h\,10^m$. L'animal est amené aussi rapidement que possible de la gare de Lyon au laboratoire de Physiologie générale, quai Saint-Bernard.

» A $8^h\,45^m$, prise de 25^{cc} de sang dans l'artère fémorale. CO pour 100^{cc} de sang : 0,16.

» A $9^h\,30^m$, » » » : 0,16.

» Or, dix-sept dosages d'oxyde de carbone dans le sang d'animaux vivant à Paris m'ont donné les résultats suivants :

» Pour 100^{cc},

0,16; 0,16; 0,15; 0,18; 0,13; 0,14; 0,17; 0,14; 0,15; 0,13; 0,16; 0,18; 0,12; 0,13; 0,08; 0,12; 0,16 (1),

dont la moyenne est 0,145.

» L'identité est presque absolue.

» Cette expérience, qui paraît venir à l'appui de la seconde hypothèse, ne peut pourtant scientifiquement infirmer d'une façon absolue la première, car elle prête malheureusement à de nombreuses critiques dont les principales sont les suivantes :

» 1° Insuffisance du contrôle de la manière de vivre de l'animal;

---

(1) Tous ces dosages ont été faits en employant la méthode à l'acide iodique publiée aux *Comptes rendus* (7 mars 1898) et dans le Mémoire des *Archives de Physiologie* (avril 1898). Je rappelle que l'action de l'oxyde de carbone sur l'acide iodique anhydre avec mise en liberté d'acide carbonique et d'iode en quantités correspondantes, réaction signalée par M. Ditte, a été pour la première fois appliquée par M. Armand Gautier (voir Hélier, Thèse; 1896, et *Comptes rendus*, 14, 21 et 28 mars 1898) au dosage de l'oxyde de carbone dans l'air. La méthode que j'avais à ce moment proposée, basée sur cette même réaction, était analogue à celle de M. le professeur Gautier et n'en différait alors que par la substitution du dosage de l'iode au dosage de l'acide carbonique.

» 2° Arrivée et traversée dans Paris d'une durée relativement longue (trois quarts d'heure);

» 3° Une certaine quantité d'oxyde de carbone, aussi petite soit-elle, dans l'air de la ville ou de la campagne, $\frac{1}{10000000}$ par exemple, pourra toujours expliquer la petite quantité d'oxyde de carbone trouvée dans le sang, si l'on admet l'absorption continue progressive même pour des mélanges si rares (ce qui n'est pas prouvé).

» Or, on ne peut dans l'état actuel de la Science doser d'une façon certaine l'oxyde de carbone dans l'air lorsqu'il y est contenu dans la proportion de $\frac{1}{10000000}$ ou moins; de ce fait, la démonstration qui consisterait à faire respirer à un animal de l'air pur *absolument exempt de* CO et à voir *diminuer* l'oxyde de carbone, ce qui aurait lieu si ce gaz venait de l'atmosphère, devient impossible à réaliser expérimentalement.

» Aussi je n'ai pas continué à refaire dans cette voie des expériences qui, prêtant aux mêmes critiques, ne pouvaient faire admettre le bien fondé de l'une ou l'autre hypothèse.

» Je donnerai dans une prochaine Note le résumé d'expériences qui tendent à établir la réalité de la seconde hypothèse : *Production de l'oxyde de carbone dans l'organisme lui-même.* »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Sur les champignons intermédiaires aux* Trichophytons *et aux* Achorions. Note de M. **E. Bodin**, présentée par M. Duclaux.

« M. Sabrazès a présenté dernièrement à l'Académie des Sciences une Note relative à un *Trichophyton* du cheval qui, inoculé à la souris, a déterminé des lésions analogues au godet favique, et de ce fait il a conclu à l'existence de champignons intermédiaires, reliant entre eux les *Trichophytons* et les *Achorions* (1).

» Il y deux ans, en avril 1896, dans mon travail sur les Teignes tondantes du cheval et leurs inoculations humaines (2), j'ai signalé et étudié pour la première fois ces champignons qui constituent des termes de passage entre les *Achorions* et les *Trichophytons*, et, au mois de juillet de la même

(1) Sabrazès et Brengues, *Comptes rendus*, séance du 18 avril 1898.

(2) E. Bodin, *Les Teignes tondantes du cheval et leurs inoculations humaines* (Th. de Paris, avril 1896, p. 111 et suiv.).

année, j'ai présenté à la Société de Biologie une Note spéciale sur ce sujet (1).

» A cette époque, en effet, j'ai trouvé chez l'homme et chez les animaux (cheval, âne, veau) des lésions dont l'aspect clinique et les particularités microscopiques sont ceux des Trichophyties d'origine animale (*Kerion Celsi*, folliculites agminées), mais dont les parasites, isolés en cultures pures, offrent les caractères morphologiques et les affinités biologiques des *Achorions*.

» Ces faits m'ont amené à conclure qu'il existe un groupe de parasites *formant des termes de passage entre les* Trichophytons *et les* Achorions.

» Ce groupe de champignons intermédiaires aux *Trichophytons* et aux *Achorions* comprend d'ailleurs : d'une part, des Mucédinées dont les caractères mycologiques sont ceux des *Achorions* et dont l'expression clinique sur l'homme ou sur l'animal revêt le type de certaines Trichophyties, et j'en citais déjà en 1896 trois exemples différents; et, d'autre part, des parasites qui sont des *Trichophytons* au double point de vue morphologique et biologique, mais qui déterminent sur le vivant des lésions faviques. A cette dernière catégorie se rattachent les faits publiés récemment par M. Sabrazès, dont les expériences viennent compléter, en les confirmant, les faits que j'ai énoncés il y a deux ans, et elles aboutissent, par une autre voie, à mes conclusions. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux des fumerolles basaltiques de Royat* (*Puy-de-Dôme*). Note de MM. **A. Lacroix** et **P. Gautier**, présentée par M. Michel Lévy.

« Les travaux d'exploitation d'une carrière, ouverte à Royat dans des alternances de couches de produits de projection et de coulées minces de basalte, nous ont permis de découvrir et d'étudier le passage d'une ancienne fumerolle volcanique qui a déterminé la production de remarquables cristallisations de silicates. Aucun gisement analogue n'est connu jusqu'à présent dans les volcans du Massif central de la France.

» Les couches de produits de projection sont constituées par des cendres fines et des lapillis basaltiques poreux, renfermant en très grande

(1) E. Bodin, *Sur les Favus à lésions trichophytoïdes* (*Société de Biologie*, 4 juillet 1896).

abondance de menus fragments ou des blocs de granite, d'arkose, d'orthose, de quartz. Ces *enclaves énallogènes* ont été fondues, tantôt à leur périphérie seulement, tantôt plus profondément, et alors elles sont transformées en une masse bulleuse.

» Le trajet de la fumerolle s'observe non seulement dans les couches formées d'éléments meubles, mais encore dans les fentes du basalte plus ou moins scoriacé. L'intérêt principal de ce gisement réside dans la netteté avec laquelle il est impossible de voir l'influence exercée sur la nature des minéraux néogènes par la composition originelle des roches modifiées par la fumerolle. La production de ces minéraux est toujours limitée au voisinage immédiat du passage de celle-ci dont la direction est jalonnée dans le basalte en place par de belles cristallisations d'oligiste spéculaire, parfois accompagné de petites aiguilles cristallitiques de pyroxène; il existe aussi des groupements réguliers par pénétration de magnétite et d'oligiste. Ces minéraux ne forment qu'un enduit de quelques millimètres à la surface du basalte, alors qu'en deçà les vacuoles de celui-ci sont souvent remplies par de petites lamelles de biotite, accompagnées d'une fine poussière d'oligiste.

» C'est surtout dans la traversée des couches de projection que la formation de silicates a été abondante, alors que, au contraire, l'oligiste y est peu fréquent; les fragments de cendre sont saupoudrés de paillettes de mica constituées par l'empilement de lamelles maclées d'une biotite blonde à axes optiques assez écartés, d'aiguilles d'augite et ensuite de lamelles de labrador (extinction -21° dans g^1) souvent cerclées d'andésine (extinction -5°), aplaties suivant $g^1(010)$ et limitées par les faces $p(001)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$.

» Les cristallisations sont beaucoup plus abondantes encore à la surface des enclaves énallogènes; les fragments de feldspath et de quartz, les blocs de granite et d'arkose, sont recouverts de cristaux de pyroxène, très allongés suivant l'axe vertical et pouvant atteindre $0^m,01$ de longueur. Ils sont appliqués sur les fragments fondus, les entourant parfois comme les mailles d'un filet, ou sont implantés dans leurs cavités bulleuses; ce pyroxène est sodique, jaune d'or (plus rarement vert), fréquemment maclé suivant $h^1(100)$ et d'une biréfringence qui se rapproche de celle de l'ægyrine, bien que les angles d'extinction soient très grands et rappellent ceux de l'augite.

» Une autre variété de pyroxène vert pâle forme des touffes de très

longues aiguilles capillaires, parfois mélangées à des aiguilles d'apatite, dans les cavités laissées entre les enclaves en partie fondues et les fragments de scories voisines qui y adhèrent.

» L'augite jaune d'or n'est pas le seul minéral formé à la surface des enclaves quand celles-ci sont constituées par des roches feldspathiques; leur surface est alors hérissée de lamelles d'orthose sodique ou d'anorthose, sur lesquelles sont implantées les aiguilles pyroxéniques. Les formes de ce feldspath sont rarement distinctes [g^1(010), p(001), a^1(101)].

» L'angle d'extinction dans g^1 est de +6° environ, des essais microchimiques montrent que ce feldspath renferme, à peu près en égale quantité, de la potasse et de la soude et pas de chaux; quelques échantillons présentent, en outre des minéraux précédents, de petits cristaux de pseudo-brookite, d'oligiste et de magnétite, toujours peu abondants.

» Les faits qui viennent d'être exposés montrent que les roches traversées par les fumerolles ont fourni la plus grande partie des éléments nécessaires à la formation des minéraux néogènes que l'on y observe; les plagioclases sont, en effet, localisés sur les cendres basaltiques et l'orthose sur les enclaves granitiques; on ne trouve ce dernier minéral sur les grains de cendre qu'à la partie de la surface tournée du côté de l'enclave.

» Il est facile d'expliquer pourquoi les minéraux néogènes sont beaucoup plus abondants et de plus grande taille à la surface des enclaves énallogènes qu'à celle des roches basaltiques. En effet, les enclaves granitiques, sous l'influence de la haute température à laquelle elles ont été soumises au moment de leur arrachement souterrain par le magma volcanique en voie d'épanchement, ont fondu en un *verre* bulleux; celui-ci est beaucoup plus altérable par la vapeur d'eau acide que les scories basaltiques en partie constituées par des minéraux *cristallisés*. On voit nettement que c'est dans cette partie vitrifiée et à ses dépens que se sont formés les cristaux néogènes qui en renferment souvent encore des traces. Ces minéraux, du reste, ne sont certainement pas des produits de fusion formés pendant le séjour des enclaves dans le magma basaltique (1). Leur formation drusique est évidente, les aiguilles de pyroxène forment quelquefois, entre les enclaves et les grains de cendre, des touffes si délicates que le moindre souffle les dissocie. On peut affirmer d'autre part que ces cristallisations se sont effectuées grâce à l'action minéralisatrice de la vapeur d'eau apportée

(1) L'orthose ne se forme pas dans ces conditions, au milieu des enclaves quartzeuses des basaltes (A. Lacroix, *Les enclaves des roches volcaniques*; 1893).

par la fumerolle, car toutes les fois que les enclaves sont compactes, les recristallisations sont exclusivement limitées à leur enveloppe périphérique, alors que, dans le cas où elles ont été rendues bulleuses par fusion, les minéraux néogènes se sont produits dans toutes leurs bulles.

» Cette abondance des silicates formés sous l'influence de fumerolles volcaniques est comparable à celle qui a été observée dans les tufs de Nocera dans la Campanie, dans ceux de Santorin ; elle peut être surtout rapprochée des cristallisations qui ont rendu célèbres quelques éruptions du Vésuve et notamment celle de 1872. Les nombreux silicates cristallisés drusiques des trachytes du mont Dore se sont formés par un mécanisme analogue, mais dans des conditions différentes ; ils ont cristallisé, en effet, en profondeur, dans des enclaves engagées, comme en vase clos, dans le magma en voie d'épanchement, alors que ceux de Royat résultent d'une production effectuée à la pression ordinaire, à la surface du sol, aux dépens des roches déjà épanchées. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'apatite de certaines enclaves granulitiques du Chuquet-Genestoux* (*Puy-de-Dôme*). Note de MM. **A. Gonnard** et **Adelphe**, présentée par M. Fouqué.

« L'apatite est, en général, un minéral du premier stade de consolidation ; elle est moulée par tous les cristaux, même par ceux du fer oxydulé. Presque toujours ce minéral reste intact, lors même que la roche qui le contient a subi des mouvements violents avant ou pendant le second stade de consolidation ; ses cristaux conservent la netteté de leurs arêtes.

» Cette remarque reçoit une pleine confirmation de la découverte que l'un de nous a récemment faite de petites enclaves granulitiques à apatite dans les scories basaltiques du Chuquet-Genestoux, au pied du Puy-de-Dôme.

» On sait que ce minéral, souvent pris pour de l'émeraude par les anciens lithologues, quand la couleur en est verte, est fréquent dans les roches éruptives ; mais il y est, en général, peu abondant et ne saurait être regardé que comme un élément accessoire dans la composition minéralogique de ces roches.

» Aussi, M. Alfred Lacroix, malgré le nombre considérable d'enclaves qu'il a examinées, ne l'a-t-il rencontré qu'assez rarement, et en un nombre assez restreint de localités du plateau central, dans les enclaves des scories basaltiques ou dans les pépérites de ces régions.

» Il ne mentionne guère, en effet :

» Pour le Puy-de-Dôme, que les scories basaltiques du puy de la Garde, aux environs de Billom, où l'apatite, peu abondante d'ailleurs, est accompagnée d'ilménite; celles de la Banne d'Ordenche, au mont Dore, où ce savant a observé la leucite; celles du puy de Plantat, qui contiennent du zircon en même temps que l'apatite; enfin, les tufs basaltiques d'Ardes, de Perrier et de Tinlhat, où l'apatite est plus abondante;

» Pour la Haute-Loire, les scories basaltiques du Velay, notamment du volcan du Bouchet et celles du Croustet;

» Pour le Cantal, celles du puy Mary et du Suc de Védrine;

» Enfin, pour l'Ardèche, celles des Coirons.

» L'un des gisements les plus intéressants des enclaves à apatite est peut-être celui de Rochesauve, où M. Damour signala la présence d'une très belle andésine [*Note sur un feldspath triclinique des terrains volcaniques du département de l'Ardèche* (*Bull. de la Soc. min.*, t. VI, p. 287 et 288)], étudiée plus tard par M. Fouqué (*Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques*, p. 68 et suiv.). L'apatite y larde de nombreux cristaux incolores, non seulement l'andésine englobée par la lave, mais encore de gros cristaux isolés d'augite associés à la magnétite.

» Il n'est donc pas sans quelque intérêt de mentionner ici les enclaves à apatite du Chuquet-Genestoux. Elles sont assez variées de composition; mais nous ne retenons que celles où se trouve ce minéral.

» Il s'y présente d'ailleurs dans les conditions suivantes :

» Soit au milieu d'une masse quartzeuse d'un brun foncé, soit dans des nodules d'un feldspath blanchâtre altéré, on voit des cristaux prismatiques hexagonaux, dont la couleur extérieure chocolat rappelle certaines apatites de Renfrew (Ontario-Canada), ou celle du vanadate de bismuth, connu sous le nom de *puchérite*. Ces cristaux, dont le diamètre atteint jusqu'à 3^{mm}, et dont la longueur dépasse 12^{mm}, ont, comme il est dit plus haut, conservé toute la netteté du tranchant de leurs arêtes; leurs faces sont miroitantes, et les angles pourraient en être mesurés au goniomètre de réflexion. Ils laissent une empreinte également nette dans la matière enveloppante, quartz ou feldspath, et s'en détachent très aisément. La seule modification qu'ils paraissent avoir subie est indiquée par la couleur brun rouge de leurs clivages ou de leurs cassures.

» Plusieurs cristaux de cette apatite sont intérieurement creusés d'un canal central cylindrique; peut-être ce canal était-il, comme il arrive pour

certains cristaux d'apatite bleue de la Villeder, originairement rempli d'une matière micacée (muscovite) qui a disparu !

» La roche à apatite englobée dans les scories du puy Genestoux semble être une granulite à gros éléments.

» Un essai qualitatif, le seul que nous permettait le peu de matière dont nous disposions, nous a donné, avec le molybdate d'ammoniaque et l'oxalate d'ammoniaque, les réactions de l'acide phosphorique et de la chaux. Nous avons aussi reconnu la présence d'une petite quantité de chlore dans la liqueur nitrique. Enfin, nous avons constaté l'existence d'une certaine quantité d'oxyde de fer dans cette apatite. Cette substance se rencontre parfois, il est vrai, dans les apatites normales (voir les analyses données par Des Cloizeaux, *Manuel de Minéralogie*, t. II) ; mais il est ici visible que la lave a fourni au phosphate de chaux de l'enclave, sinon pour la totalité, du moins pour la plus grande part, le fer qui le colore d'une façon si marquée, et dont l'essai nous a décelé une quantité assez notable. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'acidité urinaire et sa détermination*. Note de M. **Charles Lapierre**, présentée par M. Armand Gautier.

« C'est une des questions les plus complexes de l'analyse urologique, et c'est cependant l'une de celles où règne la plus grande confusion. Le médecin attachant, avec raison, une grande importance à ce dosage, en présence de la diversité des méthodes recommandées en France et à l'étranger, j'ai cru devoir reprendre cette étude. Les conclusions auxquelles je suis arrivé font l'objet de cette Note, dont le développement sera publié dans un autre Recueil :

» 1° L'acidité des urines (mesurée directement) est surtout due aux phosphates monométalliques ; certains acides, tels que l'acide hippurique, contribuent pour une faible part.

» 2° L'acide urique, qui n'agit qu'indirectement (1), et les autres acides de l'urine ne peuvent à eux seuls, vu leur petite proportion, être la seule cause de l'acidité des urines ; dans les conditions normales, ces corps ne correspondent qu'au quart de l'acidité totale mesurée par le procédé acidimétrique direct.

(1) On sait que l'acide urique agit sur PO^4Na^2H pour produire PO^4NaH^2 et $C^5H^3Az^4O^3Na$.

» 3° Les phosphates acides doivent se former dans le rein, soit par l'action de CO^2 sur les phosphates dimétalliques, soit par dialyse de ceux-ci, comme tendent à le prouver les expériences que j'ai instituées à cet effet.

» 4° En présence des indicateurs colorants, l'acide phosphorique, et, par suite, les phosphates acides ne sont jamais complètement saturés par les alcalis. Pour 1 molécule de PO^4H^3, en présence du tournesol, la saturation s'obtient avec $1^{mol},5$ de soude; en présence de la phtaléine, avec 2 molécules au lieu de 3 (Berthelot, Joly, etc.).

» 5° Les résultats qu'on obtient dans le dosage direct de l'acidité urinaire, en présence de tournesol ou même de phtaléine, au moyen d'une solution titrée de soude, sont inférieurs à l'*acidité réelle* des urines, et cette méthode doit être rejetée.

» 6° Mêmes conclusions pour le dosage indirect, en présence de la phtaléine, comme le recommande M. Lépinois (1).

» 7° Le procédé de M. Joulie (2), basé sur l'apparition d'un précipité permanent de phosphate, par addition directe de sucrate de chaux à l'urine, donne des résultats de beaucoup inférieurs à ceux des précédentes méthodes et doit être également rejeté.

» 8° La chaux dissoute réagit sur le phosphate monosodique, en présence de la phtaléine, en donnant des phosphates tricalcique et disodique; en réagissant sur le phosphate disodique, elle forme un phosphate tricalcique, basique.

» 9° La seule méthode exacte de dosage de l'*acidité réelle* des urines est celle où tous les H basiques sont substitués, c'est-à-dire celle qui correspond à la formation de sels théoriquement neutres.

» 10° Entre autres procédés donnant la résolution du problème, la méthode indiquée par M. A. Gautier dans sa *Chimie biologique* (3), méthode basée sur l'alcalinisation préalable des urines à l'aide d'une solution titrée de soude, suivie de la précipitation par $BaCl^2$ des phosphates et autres sels, puis de la détermination de l'alcalinité résiduelle, donne la mesure exacte de l'acidité des urines. Le mode opératoire donné par ce savant peut être, pensons-nous, simplifié par la détermination de l'alcalinité d'une partie aliquote du liquide filtré (Engel et Moitessier) (4), et par

---

(1) Lépinois, *Journal de Pharmacie et Chimie;* 1896.

(2) Joulie, *Journal de Pharmacie et Chimie;* février 1898.

(3) Arm. Gautier, *Chimie biologique*, 2e édition, p. 634; 1887.

(4) Engel et Moitessier, *Chimie biologique*, p. 531; 1897.

l'emploi de la phénolphtaléine ajoutée directement au liquide (Lapierre).

» Comme on pouvait le prévoir, les résultats ainsi obtenus sont plus élevés que ceux fournis par les méthodes directes.

» 11° En combinant la méthode précédente avec la détermination directe de l'acidité en présence du chlorure de baryum et de la phtaléine, par la soude, sans filtration, il est possible de déterminer les quantités respectives de phosphates monosodique et disodique qu'une solution renferme; dans les urines, ces deux déterminations donneront la teneur approchée de ces deux genres de sels : phosphates monométalliques et phosphates dimétalliques. La clinique pourra tirer grand profit de cette connaissance.

» 12° Les résultats que j'ai obtenus avec douze urines différentes et avec des solutions titrées de phosphates mono- et dimétalliques, en présence ou non des acides urique et hippurique, ont confirmé ce qui précède. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre du 6 mai 1898.* Documents communiqués par M. **Michel Lévy**.

« Comme suite aux documents communiqués par MM. Lœwy et Mascart, dans les deux dernières séances, M. Michel Lévy fait connaître que les appareils séismiques de Grenoble ont enregistré une secousse nord-sud, le 6 mai 1898, à $1^h\,21^m\,17^s$, temps moyen de Paris.

» M. Kilian a transmis à M. Michel Lévy un télégramme, lui annonçant cette secousse, le 6 mai, à $4^h\,55^m$ du soir.

» Les perturbations des appareils magnétiques de Genève et de Saint-Genis-Laval ont donc bien eu comme origine un tremblement de terre séismique dont le contre-coup s'est étendu dans la Haute-Savoie, dans Saône-et-Loire, dans le Rhône, dans le Jura et dans l'Isère. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 mai 1898.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Nos 111 à 138. 1898; in-4°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général. Année 1897. Montpellier, Ch. Boehm, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome dixième. Livraison du 15 mai 1898. N° 113. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'étranger. N° 1. Mars 1898. Paris, Imprimerie Nationale; 1 vol. grand in-8°.

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : MM. Boule et Verneau. 1898. Tome IX. N° 2. Mars-avril. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, E. Vallin, Secrétaire annuel. N° 20. Séance du 17 mai 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Notes orthoptérologiques, par J. Pantel, S. J.; t. I, II, III, IV; 3 fasc. in-8°.

L'Intermédiaire des Biologistes, organe international de Zoologie, Botanique, Physiologie et Psychologie. Directeur : Alfred Binet. Directeur-adjoint : Victor Henri. 20 mai 1898. N° 14. Paris, Schleicher; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 16 mai 1898.)

Note de M. *Crova*, Sur un actinomètre absolu :

Page 1395, ligne 18, *au lieu de* thermo-électriques, *lisez* thermométriques.

Note de M. *J. Dewar*, Sur la liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium :

Page 1410, ligne 25, *au lieu de* « Enfin le 10 mai..... En cinq minutes, *lisez* Enfin le 10 mai, nous avons opéré avec de l'hydrogène refroidi à — 205° C., et sous une pression de 180^{atm}. Ce gaz s'échappait continuellement par l'extrémité d'un tube en serpentin, placé dans un vase isolant à vide, doublement argenté et de construction spéciale, entièrement entouré d'un espace maintenu au-dessous de — 200° C. Le gaz s'écoulant à raison de 300^{lit} à 400^{lit} environ par minute, l'hydrogène liquide commença à couler de ce vase isolant dans un autre doublement isolé par un troisième vase à vide. En cinq minutes.....

Page 1412, ligne 13, *au lieu de* air liquide, *lisez* hydrogène liquide.

Note de M. *Ostwalt*, Sur les verres périscopiques :

Page 1447, ligne 18, *au lieu de* sur l'arc optique, *lisez* sur l'axe optique.
Même page, ligne 24, *au lieu de* Pour le cas l'incidence, *lisez* Pour le cas d'incidence.

N° 21.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 25 mai 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. le Président annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 30 mai sera remise au mardi 31 1455

MM. O. Callandreau. — Notice sur M. *Souillard*, Correspondant pour la Section d'Astronomie 1455

M. Émile Picard. — Quelques remarques relatives aux périodes des intégrales doubles et aux cycles à deux dimensions dans les surfaces algébriques 1457

M. Berthelot. — Nouvelles recherches sur les réactions développées entre le pyrogallol et l'oxygène en présence des alcalis 1459

M. Marey. — La Chronophotographie appliquée à l'étude des actes musculaires dans la locomotion 1460

M. Edmond Perrier. — L'origine des Vertébrés 1479

NOMINATIONS.

MM. Maurice Lévy et Mascart sont élus membres d'une Commission chargée de la vérification des comptes pour l'année 1897 1480

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Delaurier soumet au jugement de l'Académie une Note ayant pour titre : « Recherches sur la navigation aérienne sans ballons 1486

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à désigner deux de ses Membres pour examiner, au point de vue de la ressemblance, le buste d'Edmond Becquerel : MM. *Bertrand* et *Henri Becquerel* sont désignés pour cet examen 1487

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le « Bulletin météorologique du département de l'Hérault, pour l'année 1897 » 1487

M. C. Guichard. — Sur les surfaces minima. 1487

M. Martin Krause. — Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce 1489

MM. Ch.-Ed. Guillaume et J. Pettavel. — Sur la détermination des courbes terminales des spiraux 1491

MM. J.-B. Baille et C. Fery. — Methode nouvelle pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur 1494

M. E. Hardy. — Sur quelques expériences de Télégraphie acoustique sous-marine, à l'aide d'un microphone à pivots 1496

M. G. Elsin. — Sur l'osmose des liquides à travers une membrane de caoutchouc vulcanisé 1497

M. Mercier. — Amélioration des clichés photographiques surexposés 1500

M. Maillet. — Sur un appareil destiné à aérer l'eau distillée ou bouillie 1501

M. Daniel Berthelot. — Récapitulation des poids atomiques calculés par la méthode des densités limites 1501

M. Marqueyr. — Sur la détermination des poids moléculaires des gaz 1503

M. Albert Colson. — Sur les zones de réactions 1505

M. José Rodriguez Mourelo. — Sur les mélanges phosphorescents formés par le sulfure de strontium 1508

MM. H. Le Chatelier et O. Boudouard. — Sur les limites d'inflammabilité des vapeurs combustibles 1510

M. A. de Gramont. — Analyse spectrale de quelques minéraux non conducteurs par les sels fondus et réactions des éléments. 1513

M. Georges-F. Jaubert. — Synthèse de la safranine 1516

M. A. Mouneyrat. — Action du chlorure d'aluminium et du chlore en présence du chlorure d'aluminium sur le chloral anhydre 1519

M. Leo Vignon. — Dosage de l'acide phosphorique dans les superphosphates 1521

N° 21.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

M. E.-L. BOUVIER. — Nouvelles observations sur les *Peripatus*..... 1524

M. MAURICE NICLOUX. — Sur l'oxyde de carbone contenu normalement dans le sang..... 1526

M. E. BODIN. — Sur les champignons intermédiaires aux *Trichophytons* et aux *Achorions*..... 1528

MM. A. LACROIX et P. GAUTIER. — Sur les minéraux des fumerolles basaltiques de Royat (Puy-de-Dôme)..... 1529

MM. A. GONNARD et ADELPHE. — Sur l'apatite de certaines enclaves granulitiques du Chuquet-Genestoux (Puy-de-Dôme).. 1532

M. CHARLES LAPIERRE. — L'acidité urinaire et sa détermination..... 1534

M. MICHEL LÉVY communique de nouveaux renseignements relatifs au tremblement de terre du 6 mai 1898..... 1536

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE..... 1537

ERRATA..... 1538

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gerant : GAUTHIER-VILLARS

1898

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 22 (31 Mai 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rediger, seance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'A... sont imprimés dans les *Comptes rendus*, m... ports relatifs aux prix décernés ne le sont q... que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séan... blique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des S... étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des p... qui ne sont pas Membres ou Correspondants d... démie peuvent être l'objet d'une analyse ou d... sumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mem... tenus de les réduire au nombre de pages ... Membre qui fait la présentation est toujo... mais les Secrétaires ont le droit de réduire ... autant qu'ils le jugent convenable, comm... pour les articles ordinaires de la correspo... cielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être ... l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus ... jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis ... le titre seul du Mémoire est inséré dans le ... actuel, et l'extrait est renvoyé au *Comp...* vant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à pa...*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planc... Le tirage à part des articles est aux f... leurs; il n'y a d'exception que pour les ... les Instructions demandés par le Gouver...

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission adm... un Rapport sur la situation des *Comptes ...* l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exe... sent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont ... déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la ...

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 31 MAI 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Études photographiques sur quelques parties de la surface de la Lune*. Note de MM. **Lœwy** et **Puiseux**.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie le troisième fascicule de l'*Atlas photographique de la Lune*, publié par l'Observatoire de Paris. Ce fascicule comprend, comme le précédent, un Mémoire descriptif et théorique et sept planches dont six sont du format $0^m,50$ sur $0^m,60$. Quelques-unes de ces planches présentent sous un jour nouveau des parties de notre satellite déjà figurées antérieurement. D'autres sont relatives à des régions que les feuilles précédentes avaient laissées entièrement dans l'ombre.

» La moisson d'aperçus nouveaux que cette publication suggère ou fait pressentir est considérable. L'espèce de monotonie qui semble régner à la surface de la Lune, si l'on y jette un coup d'œil superficiel, fait place, quand on y regarde de plus près, à une richesse et à une variété très grandes.

Avant de dégager quelques conclusions théoriques, nous essayerons d'analyser en peu de mots le caractère particulier de chacune des feuilles qui composent ce troisième fascicule.

» La *Pl. C* comprend, de même que celles qui ouvrent les deux séries précédentes, toute la partie de la Lune visible au moment de l'observation. Mais ici la phase est plus voisine de la conjonction; par suite la région représentée est moins étendue et les détails s'y accumulent dans une perspective fuyante, qui rend parfois les interprétations difficiles. Cette épreuve offre un aspect expressif et un relief intense, dû au passage rapide de l'ombre à la lumière. Elle a pour nous un prix particulier en raison des difficultés spéciales qu'il a fallu vaincre pour l'obtenir. On conçoit, en effet, qu'aux époques où la Lune est peu éloignée du Soleil on se trouve dans l'alternative ou d'opérer à la pleine lumière du jour, ce qui tend à voiler les plaques sensibles, ou de laisser la Lune s'approcher de l'horizon à une distance ordinairement incompatible avec le calme des images. Aussi n'y a-t-il pas plus de trois ou quatre jours chaque année où cette phase puisse être photographiée dans des conditions convenables, et il faut en outre un concours assez rare de circonstances atmosphériques.

» L'objet le plus apparent sur cette feuille est la mer des Crises; mieux qu'aucune autre des grandes taches grises de la Lune, elle manifeste les caractères généraux qui les rapprochent des cirques : contour régulier, surface intérieure relativement unie et déprimée au-dessous du niveau moyen de la région, partie centrale séparée du reste par une ligne d'affaissement circulaire.

» Cette disposition concentrique se reconnaît aussi dans la mer de la Fécondité, toute voisine de la première. Ici les lignes de séparation entre les zones successives sont des digues saillantes plutôt que de simples dénivellations, et les traces d'actions volcaniques abondent sur le trajet de ces cordons. La forme polygonale commune à la mer des Crises et à beaucoup de cirques est très visible sur cette épreuve. Elle montre que les parties plus résistantes de la croûte solide se sont opposées à l'extension des aires d'affaissement. Cette circonstance contribue à rendre improbable la théorie qui veut que les mers, aussi bien que les cirques, soient des empreintes de projectiles.

» Les grands cirques ne sont pas rares dans cette partie occidentale de la Lune, et quelques-uns sont au nombre des plus caractéristiques.

» Petavius et Endymion sont à citer pour le sillon concentrique qui dédouble leur rempart; Petavius encore pour la fissure médiane qui part de

la montagne centrale, traverse la première enceinte et s'arrête à la seconde. Plusieurs autres se distinguent comme centres d'émanation de traînées blanches. Des alignements de cirques suivant le méridien se rencontrent ici comme dans d'autres parties de la Lune. Mais à mesure que l'on approche du bord, on voit les plis de terrain, aussi bien que la teinte du sol, se distribuer de plus en plus suivant des lignes d'égale longitude. La recrudescence d'éclat qui se manifeste sur les calottes polaires se limite, dans la région équatoriale, à une bande étroite formant la limite du disque visible. Ce fait, constaté sur de nombreux clichés, et, à ce qu'il semble, indépendant de la phase, mérite une attention particulière. Nous reviendrons un peu plus loin sur l'interprétation qu'il convient de lui donner.

» La *Pl. XII* reproduit à une échelle plus grande la partie sud du cliché précédent. On y voit apparaître avec plus de clarté les caractères spéciaux de Petavius et de Furnerius, imités plus ou moins fidèlement par beaucoup de cirques de la même région.

» On y rencontre aussi, près de Rheita, le spécimen le plus imposant et le mieux placé pour l'étude des grandes vallées rectilignes à bords parallèles. Divers signes s'accordent pour faire attribuer à ces vallées une antiquité très haute. Leur netteté et leur continuité ont quelque peu souffert par la formation de cirques sur leur parcours ; mais la distribution de ceux-ci est évidemment subordonnée dans une grande mesure à l'existence préalable des vallées.

» Le contraste entre les mers et les régions montagneuses s'accuse avec une extrême énergie sur la *Pl. XIII,* où l'on voit les masses énormes du Caucase et des Apennins former barrière entre la mer des Pluies et celle de la Sérénité.

» Ces deux vastes bassins, développant leurs rivages en courbe régulière, arrivent à empiéter l'un sur l'autre. Ils communiquent ainsi, entre les Apennins et le Caucase, par une trouée, à partir de laquelle les deux massifs vont en s'évasant, l'un vers le nord, l'autre vers le sud.

» Le Caucase, plus complètement figuré, se montre divisé en plusieurs blocs bien distincts, qui ont dû anciennement ne faire qu'un tout, et subir les uns par rapport aux autres des mouvements de rupture et de dérive. Une disjonction semblable paraît avoir eu lieu entre les deux bords de la grande vallée des Alpes.

» Moins abruptes dans leur ensemble que le Caucase, les Alpes offrent une large bande hérissée de pitons à peu près semblables, et atteignent leur plus grande altitude à la limite de la mer des Pluies.

» Elles se fondent, au contraire, insensiblement dans la mer du Froid, qui est une des régions les plus unies de la Lune.

» Au delà recommence une zone montagneuse qui s'étend jusqu'au pôle nord, et qui est remarquable, comme les Alpes, par l'absence presque complète de formes régulièrement circulaires. Le relief du sol y est plutôt constitué par un réseau de nervures qui manifestent une tendance à se grouper en losanges.

» Relativement clairsemés dans cette feuille, les cirques se montrent prodigieusement abondants dans la suivante (*Pl. XIV*) qui nous ramène au voisinage du pôle sud. Entre toutes ces formations accumulées, Tycho se recommande spécialement à l'étude comme étant le centre du rayonnement le plus vaste que l'on aperçoive sur la Lune. Ni l'éclairement, ni l'échelle ne sont ici favorables pour mettre cette circonstance en lumière.

» Mais Tycho révèle aussi sa prépondérance par la disposition en ceintures successives que les formations voisines affectent autour de lui. Il accuse encore sa jeunesse relative par l'énergie de son relief et l'intégrité de sa crête.

» Comme témoins d'une période plus ancienne, on retrouve ces arêtes et ces sillons, déjà rencontrés dans les fascicules précédents, disposés par séries parallèles et formant souvent tangente commune au rempart de deux ou trois cirques. Deux de ces traits rectilignes, le mur droit de Birt et la crevasse d'Hésiode, sont particulièrement nets.

» Ils courent dans des directions à peu près perpendiculaires à la limite de la région montagneuse et de la plaine.

» L'un et l'autre paraissent devoir leur naissance à un affaissement suivi de rupture, le mouvement s'étant accompli, pour le mur droit, dans le sens vertical et s'étant compliqué, pour la crevasse d'Hésiode, d'un glissement tangentiel.

» Les deux planches suivantes (*Pl. XV* et *XVI*) représentent une même région sous deux éclairements contraires, de part et d'autre de l'opposition. Elles sont occupées, pour la plus grande partie, par des régions de plaine. Les massifs montagneux qui s'y rencontrent (Carpathes et monts Riphées) n'ont qu'une faible étendue.

» Leur isolement, le tracé concave de leurs limites rappellent, comme dans le cas des Apennins, la forme des découpures que l'on obtient dans une surface plane, quand on y pratique des ouvertures circulaires empiétant les unes sur les autres.

» De beaux cirques, réguliers et profonds, apparaissent semés de

distance en distance, sans lien apparent entre eux ni avec les groupes de montagnes. Copernic, le plus vaste et le plus remarquable à tous égards, résume à lui seul presque toutes les particularités que l'on peut relever isolément sur les autres. Les plis de terrain qui le constituent, nettement concentriques au voisinage de l'ouverture, prennent, quand on s'éloigne en dehors d'un certain rayon, la disposition rayonnante et la conservent tant que la pente du sol demeure orientée dans le même sens. La situation isolée de Copernic et des cirques voisins, au milieu d'une plaine semée de légers accidents, est très propre à manifester l'origine et la disposition des traînées divergentes qui en émanent dans tous les sens. On s'assurera par la comparaison des deux feuilles que ces dépôts de couleur claire deviennent visibles seulement quand le Soleil est assez élevé, qu'ils n'atteignent nulle part une épaisseur appréciable, que leur direction est indépendante des accidents superficiels qu'ils rencontrent, qu'ils sont sujets à disparaître au passage de certains bassins déprimés et reprennent au contraire un éclat plus vif quand ils atteignent, en s'éloignant de leur point d'origine, des élévations du sol.

» Tout autre est l'aspect présenté par la feuille *XVII*, qui nous montre, quelques jours après l'opposition, la partie la plus sauvage et la plus tourmentée de la calotte australe. La comparaison avec la feuille *XIII* rend visible au premier coup d'œil la différence de condition des deux pôles. Nulle part la mesure des ombres n'indique de profondeurs aussi grandes que dans le voisinage du pôle sud. On reconnaît ici l'existence de plis de terrain très puissants, dirigés parallèlement. Des cirques considérables se sont formés en travers de ces rides, sans les détruire, et ont ajouté leur cavité propre aux différences de niveau déjà existantes.

» Il est intéressant de rapprocher la feuille *XVII* de la *Pl. VII*, la même région étant représentée dans l'une un peu avant le coucher du Soleil, dans l'autre un peu après le lever. L'accord est presque parfait en ce qui concerne le relief du sol, la délimitation des cirques, les petits cratères entourés ou non d'auréoles blanches. Mais les divergences apparaissent si l'on s'attache à l'examen des taches sombres qui occupent, en général, le fond des dépressions. Plusieurs de ces taches, visibles sur la première feuille, manquent absolument sur la seconde. Celles qui se retrouvent de part et d'autre se montrent, après l'opposition, plus accentuées et plus étendues. D'autre part, l'altitude du Soleil est déjà trop grande pour que ces changements puissent être imputés à la marche des ombres. Il semble donc certain que l'action prolongée des rayons solaires fait subir à la teinte

relative de certaines régions de la Lune une altération temporaire, soumise à la même périodicité que les phases. Des faits de ce genre ont été signalés déjà par des observateurs armés de lunettes. La Photographie nous permettra, sans doute, de multiplier les constatations et de préciser la loi du phénomène.

» Nous nous sommes placés, dans ce qui précède, au point de vue purement descriptif et nous nous sommes limités aux faits qui peuvent être aisément vérifiés à l'inspection de notre Atlas. Dans une prochaine Communication, nous chercherons à coordonner ces remarques et à formuler quelques conclusions théoriques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation et les propriétés des dialcoylamido-anthraquinones*-3. Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Dans notre dernière Communication (1) nous avons montré que les acides orthobenzoylbenzoïques substitués se transforment, sous l'influence des réducteurs, d'abord en monophénylphtalides substitués et ensuite en dérivés benzylbenzoïques.

» Nous avons essayé de condenser ces mêmes acides en composés anthraquinoniques en suivant la méthode employée pour produire des condensations analogues avec les acides benzoylbenzoïques.

» *Condensation de l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque.* — On chauffe à une température comprise entre 175°-180°, une partie d'acide diméthylamidé avec 10 parties d'acide sulfurique concentré. Il se dégage de l'acide sulfureux et, quand on verse le produit de la réaction dans de l'eau, on obtient un précipité rouge, floconneux, qui, lavé et essoré, cristallise, dans la benzine ou le toluène, en belles aiguilles rouges sublimables et qui fondent à 181°,

$$C^6H^4\begin{cases}CO-C^6H^4Az(CH^3)^2\\ COOH\end{cases} = C^6H^4\begin{cases}CO\\ CO\end{cases}C^6H^3Az(CH^3)^2 + H^2O.$$

» A côté de cette *diméthylamidoanthraquinone*, qu'on obtient dans la proportion de 35 à 40 pour 100 du rendement théorique, il se forme toujours des produits d'oxydation mal définis et qui sont à l'étude, de sorte que nous avons tenté de modifier notre procédé de condensation pour augmenter notre rendement.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1249.

» Dans ce but, nous nous sommes adressés au produit de réduction de l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque, c'est-à-dire à l'acide diméthylamidobenzylbenzoïque. Quand on chauffe, pendant une demi-heure environ, à 80°, une partie de cet acide avec 12 parties d'acide sulfurique concentré, on obtient une solution brun rougeâtre, ne sentant que faiblement l'acide sulfureux et qui, étendue d'eau, passe au jaune clair. Ce liquide, neutralisé par du carbonate de soude, fournit un précipité qu'on peut faire cristaliser dans la benzine, d'où il se dépose en aiguilles jaunes. C'est du *diméthylamidoanthranol*, très altérable comme tous les anthranols, car même en solution benzénique, et à plus forte raison en liqueur alcaline, il s'oxyde pour donner naissance à de la diméthylamidoanthraquinone identique avec celle obtenue par condensation de l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque.

» Pour obtenir pratiquement cette anthraquinone substituée, on traite à chaud la liqueur de sulfate de diméthylamidoanthranol obtenue plus haut par une solution de perchlorure de fer de densité 1,30. La liqueur ne tarde pas à prendre une coloration violette intense, que nous attribuons à la formation de diméthylamidooxanthranol, premier terme d'oxydation du produit de condensation; puis elle se décolore presque complètement en laissant déposer un magma rouge, très volumineux, formé par un feutrage de petites aiguilles rouges, très fines et très longues. Sous cette forme, le produit est trop volumineux pour être commodément lavé et essoré. En maintenant le liquide, au sein duquel il se forme, à l'ébullition pendant une heure environ, les petites aiguilles rouges disparaissent et se transforment en cristaux plus gros et plus lourds, facilement essorables. On obtient ainsi, du premier jet, une diméthylamidoanthraquinone très pure avec un rendement de 80 à 85 pour 100 du rendement théorique.

» La série de réactions qui conduit à ce composé, en partant de l'acide diméthylamidobenzylbenzoïque, peut s'exprimer par les équations suivantes :

(1)
$$C^6H^4\begin{cases}CH^2\\CO\,OH\end{cases}C^6H^3Az(CH^3)^2 = H^2O + \underbrace{C^6H^4\begin{cases}CH^2\\CO\end{cases}C^6H^3Az(CH^3)^2}_{\text{Diméthylamidoanthranol.}}$$

ou

$$C^6H^4\begin{cases}CO\,H\\|\\CH\end{cases}C^6H^3Az(CH^3)^2,$$

(2) $$C^6H^4\begin{<}{}{}{

CHIRURGIE. — *De la création de nouvelles articulations entre des os normalement indépendants, dans les cas où les anciennes articulations, complètement détruites, ne peuvent être reconstituées. Cas de néarthrose cléido-humérale obtenue par la fixation à la clavicule de l'extremité flottante de la diaphyse humérale;* par **M. Ollier.**

« J'ai, à plusieurs reprises, entretenu l'Académie des moyens chirurgicaux de refaire les articulations altérées par une cause pathologique ou traumatique. J'ai fait connaître la méthode générale qui m'avait permis, dans ces divers cas, d'obtenir des néarthroses régulières, et j'ai exposé les faits physiologiques sur lesquels cette méthode était fondée. Mon but avait été alors de démontrer qu'on pouvait obtenir des néarthroses de même type que les articulations enlevées.

» Je viens aujourd'hui envisager la question des néarthroses à un autre point de vue et montrer qu'on peut aller plus loin dans la réfection des articulations. On peut, en effet, établir des articulations, à la fois solides et mobiles, entre des os qui normalement sont indépendants ou, du moins, ne s'articulent pas entre eux. En les fixant l'un à l'autre et en conservant non seulement les tissus qui doivent assurer leur union, mais tout ce qui reste des muscles qui faisaient mouvoir l'ancienne articulation, on peut obtenir une néarthrose régulière, entourée d'une musculature assez puissante pour la faire fonctionner activement. C'est ce que je vais démontrer par le fait suivant : en fixant à la clavicule la diaphyse humérale, privée de son extrémité supérieure, j'ai rendu au bras sa force et ses fonctions. Non seulement la tête humérale n'existait plus, mais la totalité de l'omoplate avait été enlevée, de sorte qu'il était tout à fait impossible de faire reconstituer une articulation scapulo-humérale. Le membre supérieur ne tenait au tronc que par des parties molles. Si la main et l'avant-bras pouvaient encore rendre quelques services, le bras, pendant le long du tronc et sans soutien osseux, tendait à s'abaisser de plus en plus. De l'ancien squelette de l'épaule il ne restait que la clavicule, dont l'extrémité externe, soulevée en haut par le trapèze, avait perdu tout rapport avec l'humérus. Entre cette extrémité saillante de la clavicule et le bout supérieur de l'humérus, on voyait une dépression profonde qui se trouvait juste au point où aurait dû exister la saillie du moignon de l'épaule. Il y avait une distance de 7^{cm} entre la clavicule et le bout supérieur de l'humérus, qui se perdait au mi-

lieu du tissu cicatriciel, recouvert par le deltoïde atrophié et ramassé vers son attache humérale. Malgré un appareil prothétique qui soutenait le coude et le fixait contre le tronc, le malade ne pouvait se servir de son bras pour un travail manuel quelconque, bien que les contractions de la main et des doigts pussent s'exécuter avec force dans ces conditions. C'est alors que je pensai à établir une articulation entre la clavicule et le bout flottant de l'humérus. Voici les détails essentiels sur l'origine de la lésion et les moyens par lesquels j'ai pu y remédier :

» Il s'agissait d'un homme âgé de quarante-huit ans en 1893, qui avait été blessé au siège de Metz, en 1870, d'un coup de feu à l'épaule. La plaie mit sept mois à se cicatriser; la guérison arriva après l'élimination de plusieurs esquilles; jusqu'en 1883 la plaie resta fermée; mais à ce moment elle se rouvrit. Pour tarir la suppuration on dut faire, en 1884, la résection de la tête humérale; en 1885, la résection d'une partie de l'omoplate et, en 1890, l'ablation du reste de cet os sous lequel on trouva un fragment de balle. La suppuration cessa alors, mais le membre ne put reprendre ses fonctions, et, comme il n'y avait pas eu de reproduction osseuse, le fragment inférieur de l'humérus resta flottant et s'écarta de plus en plus de la clavicule à laquelle il était uni, seulement en avant, par quelques faisceaux musculaires trop faibles pour s'opposer à l'action de la pesanteur. Il en résulta alors une déformation dont les photographies que je mets sous les yeux de l'Académie donnent seules une idée exacte.

» Je vis ce malade pour la première fois en 1893, et, après quelques essais infructueux de prothèse, je pris le parti de fixer l'humérus à la clavicule et d'entourer les extrémités rapprochées de ces deux os de ce qui restait des muscles scapulaires. L'opération fut pratiquée le 23 décembre 1893. J'eus beaucoup de peine à dégager le bout de l'humérus des tissus cicatriciels qui l'entouraient. Cette extrémité atrophiée se terminait en pointe. Je dus en retrancher 12^{mm} à 15^{mm} dans le but d'avoir une surface assez large pour être adpatée à la face inférieure de la clavicule que j'avais préalablement avivée, en écartant le périoste en avant et en arrière. Je conservai d'autre part la gaine périostique de la portion de l'humérus que je dus réséquer, et non seulement je mis en rapport les surfaces osseuses, mais les portions périostiques, afin d'augmenter la solidité de la soudure. Je fixai l'humérus à la clavicule par deux anses de fil de platine qui sont encore en place. Si j'avais obtenu une soudure osseuse (ce que j'avais espéré au début), les mouvements se seraient passés dans l'articulation sterno-claviculaire; mais la soudure est restée fibreuse et l'humérus, quoique en rapport exact avec la clavicule, jouit de mouvements assez étendus dans tous les sens, et surtout dans le sens antéro-postérieur.

» Je me préoccupai tout particulièrement de la reconstitution des attaches musculaires; je dégageai le deltoïde de ses adhérences cicatricielles et je le suturai en plusieurs points au trapèze, de manière à en former un muscle digastrique. Et là où le trapèze manquait, se perdant dans les cicatrices confuses ou n'étant pas abordable, je fixai le deltoïde au périoste et aux couches fibreuses parostales recouvrant l'extrémité saillante de la clavicule. Je rétablis, en outre, autant que possible, en les rapprochant par la suture, les rapports des autres muscles scapulaires, de manière à doter les nou-

velles articulations d'une musculature rappelant celle de l'articulation scapulo-humérale.

» L'opération date aujourd'hui de quatre ans et demi, et voici quel en a été le résultat :

» Malgré les délabrements que je dus faire pour retrouver les extrémités osseuses et les débris musculaires confondus au milieu du tissu cicatriciel, les suites opératoires furent très simples : pas de température; le premier pansement ne se fit qu'au dix-huitième jour. Le membre fut maintenu immobilisé par une attelle plâtrée pendant quatre mois, puis laissé en liberté. A ce moment on pouvait croire à une synostose entre les deux os suturés, mais bientôt il s'établit une certaine mobilité qui alla en augmentant à mesure que le malade se servait de son membre, et, aujourd'hui, il y a une véritable articulation solide et activement mobile, mobile surtout dans le sens antéro-postérieur. Les fils métalliques n'ont pas été enlevés, bien qu'ils ne supportent plus l'humérus relié à la clavicule par d'épais trousseaux fibreux; mais tant qu'ils n'occasionnent ni douleur ni inflammation, il n'y a pas d'inconvénient à les laisser en place. Les deux os sont tellement bien fixés que l'opéré peut soulever de terre les mêmes poids que du côté opposé; il est devenu beaucoup plus fort de l'avant-bras, et, pour le bras, il exécute des mouvements énergiques d'abduction parfaitement explicables par la réinsertion du deltoïde sur la clavicule, tout autour de son extrémité externe.

» Grâce au poids du bras qui lui est immédiatement attaché, la clavicule s'est abaissée et se trouve aujourd'hui au niveau de celle du côté opposé. La dépression sous-claviculaire est remplacée par un relief deltoïdien très marqué. Malgré les cicatrices qui sillonnent le nouveau moignon de l'épaule en avant et en arrière, on sent se contracter, dans les divers mouvements, les muscles scapulaires, dont l'action est cependant très affaiblie, à cause des suppurations antérieures; mais cependant, grâce à leur réinsertion sur l'extrémité humérale, ces muscles contribuent aux mouvements utiles que le bras peut exécuter.

» En résumé, grâce à la néarthrose qui s'est établie entre la clavicule et l'humérus, la situation de notre opéré s'est considérablement améliorée au point de vue orthopédique et fonctionnel. Le moignon de l'épaule a été reconstitué. Les muscles réinsérés (le deltoïde en particulier) agissent efficacement sur la néarthrose. Depuis l'opération le sujet n'a plus eu besoin d'appareil de prothèse, et il se sert de son membre pour tous les usages de la vie. Il porte la main sur la tête, sur l'épaule droite, en arrière sur la fesse droite, croise les bras, etc., autant de mouvements qu'il ne pouvait faire avant l'opération que nous lui avons pratiquée.

» Nous avons pu donc établir, entre l'extrémité externe de la clavicule et l'humérus privé de son renflement supérieur, une néarthrose régulièrement constituée, solide et mobile, qui permet au bras de se contracter énergiquement. Au lieu d'une articulation scapulo-humérale, au rétablissement de laquelle on ne pouvait songer à cause de la perte totale de l'omoplate, nous avons une articulation cléido-humérale qui en tient lieu. Grâce à la réinsertion du deltoïde sur la clavicule et à la réimplantation de

ceux des muscles scapulaires qui n'avaient pas été trop altérés, nous avons autour de cette articulation cléido-humérale approximativement la même musculature qu'autour de l'articulation scapulo-humérale primitive. Une fois réinsérés, ces muscles atrophiés et à peu près sans usages ont plus ou moins repris leur action.

» Le deltoïde surtout, est particulièrement intéressant à ce point de vue. Ramassé sur lui-même, autour du bout flottant de l'humérus, il a pu être remonté et régulièrement réinséré au pourtour de l'extrémité saillante de la clavicule. Aussi le moignon de l'épaule s'est-il reformé, et, comme on le voit par la comparaison des photographies représentant le sujet avant et après l'opération, un relief sous-claviculaire a remplacé la dépression profonde qu'on constatait autrefois.

» Ce résultat a été sans doute obtenu en suivant les règles générales pour la formation des néarthroses que j'ai depuis longtemps établies, mais j'ai dû y ajouter un nouveau principe, d'une importance capitale au point de vue fonctionnel : c'est la réinsertion des muscles sur des points favorables à leur action sur la nouvelle articulation. Dans les résections habituelles on n'a qu'à conserver les muscles préexistants; dans les néarthroses créées de toutes pièces, il faut leur trouver d'autres insertions.

» Si, dans le cas présent, je n'avais pas trouvé de point d'appui sur la clavicule, j'aurais eu la ressource d'essayer de fixer l'humérus aux côtes correspondantes. Cette néarthrose costo-humérale eût été sans doute dans des conditions très défavorables. Elle eût permis de donner plus de fixité au bras, mais il eût été impossible de réinsérer les muscles scapulaires dans des conditions favorables à leur action. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Apparition dans le sérum sanguin, sous l'influence de produits chimiques, d'une matière capable d'agglutiner le bacille de la tuberculose vraie.* Note de M. **S. Arloing.**

« I. Blachstein, Engels, Malvoz, au cours des deux dernières années, ont observé qu'un certain nombre de substances chimiques sont capables d'agglutiner telle ou telle espèce microbienne et de montrer des électivités déterminées à la manière des sérums doués d'un pouvoir agglutinant spécifique.

» Les faits que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie n'ont rien de commun avec les observations des auteurs précités; ils offrent un intérêt d'un autre ordre.

» On admet aujourd'hui que l'apparition et le développement du pouvoir agglutinant du sérum sanguin pour un microbe donné résultent de l'introduction dans l'organisme vivant de produits spécifiques : cultures complètes ou cultures filtrées de ce microbe. Tout récemment, Nicolle exprimait l'opinion courante sous une forme originale en disant que le pouvoir agglutinant est la signature du passage dans l'organisme de la substance agglutinée spécifique (voir *Annales de l'Institut Pasteur*, mars 1898). Il entend par *substance agglutinée spécifique* celle qui est mise en grumeaux par la substance agglutinante des sérums et dont l'origine remonte à une vie microbienne antérieure.

» Cette opinion ne peut être rigoureusement admise. De même qu'il existe des substances chimiques qui agglutinent à l'instar de certains sérums; de même, on trouve des substances chimiques qui font apparaître la propriété agglutinante dans le sérum de quelques animaux à l'instar des produits spécifiques.

» II. Dans ma Note du 16 mai 1898, j'ai montré que le sérum sanguin de la chèvre devenait capable d'agglutiner rapidement et complètement les bacilles de Koch suspendus dans des émulsions homogènes lorsque l'animal avait reçu une série d'injections sous-cutanées de tuberculine ou de bacilles plus ou moins virulents. J'ai montré aussi que l'on pouvait faire naître rapidement cette propriété dans le sang de la chèvre et du lapin à l'aide de quelques injections.

» Or, je viens de m'apercevoir que le sang de la chèvre peut acquérir des propriétés analogues sous l'influence d'injections répétées d'*eucalyptol*, de *gaïacol*, de *créosote* et de liqueur de Mialhe (sublimé corrosif). La liqueur de Mialhe était injectée en nature, le gaïacol, la créosote et l'eucalyptol étaient préalablement incorporés à l'huile d'olive.

» III. Les chèvres qui me fournissent actuellement du sérum agglutinant pour le bacille de Koch sont soumises à ces substances depuis longtemps.

» La chèvre n° 1, en expérience depuis le 6 avril 1896, avait reçu à la date du 1er avril dernier, 3536cc d'huile créosotée. La chèvre n° 2 soumise aux injections depuis le 14 septembre 1896, avait reçu à la même date 1082cc de liqueur de Mialhe. Les chèvres nos 3 et 4, en expérience depuis le 14 avril 1897, avaient absorbé à la même époque : la première 2230cc d'huile gaïacolée, la deuxième 2485cc d'huile eucalyptolée.

» Les injections ont été graduées, interrompues et reprises de manière à conserver les animaux en bonne santé autant que possible. Je glisserai sur

les effets locaux et généraux de ces injections, afin de ne pas surcharger la présente Note de détails intéressants mais non indispensablés, et je passerai aux propriétés acquises par le sérum sous leur influence.

» IV. Le 1er avril 1898, je fais une petite saignée aux quatre chèvres et j'obtiens quatre échantillons de sérum.

» Ces sérums sont essayés, comparativement avec les sérums des chèvres imprégnées de tuberculine et de bacilles de Koch, sur des émulsions homogènes de ce bacille dans la proportion de $\frac{1}{10}$. Tous sont agglutinants.

» Je fais une nouvelle saignée le 20 mai 1898; les nouveaux échantillons de sérum que j'obtiens à ce moment sont aussi agglutinants que ceux du 1er avril.

» A volume égal, ces sérums agglutinent un peu moins énergiquement que le sérum des chévres tuberculisées et tuberculinées. La différence, toutefois, est fort légère pour le sérum modifié par des injections de liqueur de Mialhe.

» Si l'on étudie le phénomène de l'agglutination au point de vue de sa rapidité et à celui de sa perfection, les quatre sérums précités ne se rangent pas exactement de la même manière, dans les deux cas.

» Pour la rapidité de l'agglutination, le classement serait le suivant : 1° sérum modifié par la liqueur de Mialhe; 2° sérum modifié par l'eucalyptol; 3° sérum modifié par le gaïacol; 4° sérum modifié par la créosote. Pour la perfection de l'agglutination, le sérum modifié par le gaïacol passe du troisième au deuxième rang, le sérum modifié par l'eucalyptol passe du deuxième au troisième rang. L'échamtillon le plus actif agglutine bien à $\frac{1}{70}$.

» Étant donné que l'on peut comparer entre elles les préparations à l'eucalyptol, au gaïacol et à la créosote dont l'excipient était identique, on reconnaîtra que la créosote entraîne moins facilement que les deux autres corps la formation de la substance agglutinante, puisque la chèvre créosotée se place au dernier rang bien qu'elle ait reçu proportionnellement une plus grande quantité de substance que les chèvres imprégnées de gaïacol et d'eucalyptol.

» V. C'est bien en provoquant une réaction de l'organisme vivant que ces quatre substances chimiques déterminent l'apparition d'une matière agglutinante dans le sang. En effet, si l'on ajoute à des émulsions du bacille de Koch $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{5}$ d'une solution aqueuse saturée d'eucalyptol, de gaïacol ou de créosote, ou les mêmes quantités de liqueur de Mialhe, on ne produit pas d'agglutination. De seize à vingt-quatre heures après le mélange, quelques bacilles se déposent au fond des tubes ni plus ni moins que dans des

tubes témoins. On assiste donc à la création du pouvoir agglutinant par des substances chimiques qui en sont elles-mêmes dépourvues.

» VI. Dès à présent, je ne saurais dire si ces substances détermineraient la même réaction chez des espèces autres que l'espèce caprine, et indiquer la quantité minima nécessaire pour faire naître la propriété agglutinante. Je poursuis des expériences qui me permettront de répondre prochainement, je l'espère, à ces deux questions.

» Pour le moment, je conclurai simplement à la possibilité de faire apparaître dans le sang de la chèvre, par l'emploi de certaines substances chimiques, une matière capable d'agglutiner le bacille de Koch.

» Je ferai remarquer, en outre, que les effets de cette matière sur le bacille de Koch ne diffèrent pas de ceux de la matière agglutinante provoquée par le passage de substances spécifiques dans l'organisme; enfin, que ces substances chimiques sont au nombre de celles que l'on oppose habituellement aux ravages de la tuberculose, sans attacher une grande importance à cette dernière constatation. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur des appareils d'aviation*. Note de M. **Ader**, présentée par M. Marey.

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Marey, Sarrau.)

« Les appareils d'aviation auxquels je travaille depuis de longues années et que j'appelle *avions* n'appartiennent pas à la famille des aéroplanes; ils reproduisent comme forme générale l'aile de la chauve-souris.

» Depuis longtemps j'ai observé que les ailes des oiseaux forment, de l'avant à l'arrière, dans le sens de la translation, une spirale caractérisée par l'angle invariable du rayon avec les tangentes menées aux points de la courbe. Cette spirale présente une courbure plus ou moins accentuée, selon la charge des ailes, mais on la retrouve toujours et partout. J'ai donc appliqué à mes appareils ce principe dont ne se départit pas la nature et qui semble être la base fondamentale de l'aviation.

» Les formes que je donne aux charpentes des ailes se rapprochent de celles des chauves-souris. Leurs incurvations d'apparence bizarre sont la conséquence des efforts de directions multiples qu'elles doivent supporter. Ces charpentes sont creuses et faites par un procédé spécial qui me permet

d'obtenir d'elles une très grande rigidité, tout en leur maintenant une légèreté extrême. Elles sont maintenues en position par des tirants en fil d'acier. Les voiles ou membranes qui servent de point d'appui dans l'air sont en étoffe de soie; quelques-unes sont élastiques, d'autres sont sillonnées par de petits tirants logés sur l'étoffe et qui suivent les lignes de force. Les ailes sont articulées en toutes leurs parties et se plient complètement. Pendant l'action du vol, ces ailes ne sont pas battantes, elles restent étendues dans une position de planement; leur translation est obtenue par de puissants et très légers propulseurs; elles sont mobiles à l'épaule et se manœuvrent sans effort de l'intérieur de l'avion.

» La force motrice est fournie par la vapeur. Les machines, taillées dans l'acier, sont à quatre cylindres et à double expansion, avec une admission au cinquième de la course; elles commandent directement un propulseur de quatre branches, rationnellement établi. Le générateur est tubulaire; la vaporisation s'y fait, on peut dire, instantanément; car, toutes issues fermées à la vapeur, la pression accusée par le manomètre monte d'une atmosphère par seconde. Le combustible est approvisionné à l'état liquide ou envoyé vaporisé dans le foyer. Les vapeurs d'échappement se liquéfient dans un condenseur spécial qui ne laisse rien perdre. Le poids total des générateur, machines, condenseur, est d'environ 3^{kg} par force de cheval nominal; la machine seule, à son maximum de vitesse et à sa plus grande pression, n'arrive qu'au poids de 1^{kg} par cheval. Pratiquement, dans l'air, on peut disposer et compter sur une force de traction effective, au bout des propulseurs, variant entre la moitié et le tiers du poids total de la force motrice, combustibles et liquides exceptés.

» Ainsi qu'on le voit, en dehors de l'aviation, cette force motrice est susceptible d'être appliquée aux aérostats dirigeables. Il serait possible, en effet, avec un appareil moteur de 1000^{kg}, d'obtenir une traction permanente de 300^{kg} à 500^{kg}.

» Le dernier appareil que j'ai construit et avec lequel j'ai exécuté quelques expériences, a environ 15^{m} d'envergure; les ailes sont chargées, selon les poids du conducteur, du combustible et des accessoires, de 10^{kg} à 20^{kg} par mètre carré. Le poids total, sans conducteur ni combustible, est de 258^{kg}; à charge complète, il atteint 500^{kg}.

» Les roues d'atterrissage qui supportent l'avion sont folles et peuvent prendre toutes les obliquités pendant les manœuvres sur le sol. Il existe, en outre, un gouvernail à l'arrière qui agit isolément.

» L'appareil est à double traction; chaque machine commande directe-

ment son propulseur; elles tournent en sens inverse l'une de l'autre et sont complètement indépendantes; il en résulte que les propulseurs servent aussi à la direction de l'appareil. Dans ce but, une barre de gouvernail commande un régulateur de prise de vapeur appartenant à la machine de gauche et un autre à la machine de droite, de telle sorte que, quand l'un s'ouvre, l'autre se ferme de la même quantité; comme c'est le même générateur qui fournit la pression, la somme d'énergie totale reste constante; la répartition seule de cette énergie est modifiée et l'évolution de l'appareil est obtenue.

» Tel est, dans ses grandes lignes, le dispositif que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, et sur lequel je vais entreprendre des expériences, dès que les circonstances me les rendront possibles. »

M. Jaime Ferran soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Nouvelles découvertes relatives au bacille de la tuberculose et à la solution expérimentale du problème de la prophylaxie et de la guérison de cette maladie ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. Mitour adresse un Mémoire intitulé : « Photographie à travers les corps opaques par les ondes électriques statiques unipolaires ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. Delahousse adresse un Mémoire intitulé : « Hygiène des grandes industries : Porcelaine, Cordonnerie, Couture. »

(Renvoi au concours des Arts insalubres de la fondation Montyon.)

CORRESPONDANCE.

M. Obrutchew, auquel le prix Tchihatchef a été décerné l'an dernier, adresse d'Irkoutsk ses remercîments à l'Académie.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces à courbure totale constante.* Note de M. **C. Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Appelons réseau T un réseau qui a même représentation sphérique que les lignes de courbure d'une surface à courbure totale constante. Ces réseaux sont des réseaux I; pour leur appliquer les formules de mes précédentes Notes, il faut supposer

$$A = a = \cos\varphi, \qquad B = b = \sin\varphi.$$

» On a alors

$$dy_k = p\,dx_k, \qquad k = 1, 2, \ldots, 5,$$

et, par suite,

$$y_k = px_k + c_k. \tag{1}$$

» Des formules (1) on déduit

$$\Sigma c_k y_k = 1, \qquad \Sigma c_k x_k = -p, \qquad \Sigma c_k^2 = 1 + p^2.$$

» Nous distinguerons deux cas :

1°

$$p = i, \qquad \Sigma e_k^2 = 0.$$

On peut alors, par une substitution orthogonale, supposer

$$c_1 = c_2 = c_3 = 0, \qquad c_5 = ic_4.$$

» On aura alors

$$x_4 + ix_5 = \text{const.}$$

» Le point $A'(x_1 x_2 x_3)$ décrit une surface à courbure totale constante applicable sur la sphère décrite par le point $A(\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3)$. Cela revient à considérer le réseau T comme un réseau C.

2°

$$p^2 + 1 \gtrless 0, \qquad \Sigma c_k^2 \gtrless 0.$$

On peut, par une substitution orthogonale, supposer

$$c_1 = c_2 = c_3 = c_4 = 0, \qquad c_5 = \sqrt{1 + p^2}.$$

» On aura ensuite

$$x_5 = \frac{-p}{\sqrt{1 + p^2}} = \mu.$$

» Le point $A''(x_1 x_2 x_3 x_4)$ décrit un réseau applicable sur le réseau $A(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$; donc

» *Un réseau* T *est une fois réseau* C *et une infinité de fois réseau* 2C.

» Dans tous les cas les points $M(\rho\alpha_1, \rho\alpha_2, \rho\alpha_3)$ et $M'(\rho x_1, \rho x_2, \ldots \rho x_5)$ décrivent des surfaces applicables quel que soit ρ. Pour l'étude des propriétés des réseaux M, nous examinerons les deux hypothèses suivantes :

» I. *Le réseau* T *est considéré comme réseau* C. $p = i$.

» Il y a deux espèces de réseaux C décrits par les points M :

» 1° **Les réseaux N pour lesquels :**

$$\frac{1}{\rho} = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + a_5 x_5, \qquad a_1^2 + a_2^2 + \ldots + a_5^2 = 0,$$

$$a_4 + i a_5 = 0.$$

» Prenons par exemple $\rho = \frac{1}{x_1 + i x_2}$. Les coordonnées des réseaux applicables $N(X_1, X_2, X_3)$, $N'(Y_1, Y_2, Y_3)$ sont :

$$X_1 = \rho\alpha_1, \quad X_2 = \rho\alpha_2, \quad X_3 = \rho\alpha_3; \quad Y_1 = \rho x_3, \quad Y_2 = \rho x_4, \quad Y_3 = \rho x_5.$$

» Ces réseaux sont C et 2O. La coordonnée complémentaire (celle qu'il faut ajouter pour obtenir un réseau O dans l'espace à quatre dimensions) est

$$\zeta = i\rho,$$

$$\zeta = K(Y_2 + iY_3). \tag{2}$$

» Si l'on remplace le réseau $O(Y_1, Y_2, Y_3, \zeta)$ par un réseau parallèle, la relation (2) subsistera. Or, parmi les réseaux parallèles à un réseau O, il y en a dont la somme des carrés des quatre coordonnées est égale à l'unité. On aura donc

$$Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + K^2(Y_2 + iY_3)^2 = 1. \tag{3}$$

» La surface (3) est égale à la surface

$$Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + (Y_2 + iY_3)^2 = 1. \tag{4}$$

» Le réseau N′ est donc parallèle à un réseau C de cette surface.

» Le réseau N coupe le réseau A suivant une droite qui décrit une congruence (G); cette congruence est C et O, elle est normale à un réseau T.

» Inversement, soit N′ un réseau C de la surface (4) applicable sur un réseau N. Ces réseaux sont 2O, la coordonnée complémentaire étant

$\zeta = Y_2 + iY_3$. A la solution

$$\theta = \zeta = Y_2 + iY_3$$

correspond une congruence harmonique à N. Cette congruence est C puisque $\theta = \zeta$; elle est O puisque $\theta = Y_2 + iY_3$, donc :

» *La déformation de la surface* (4) *et celle de la sphère sont deux problèmes équivalents.*

» 2° Les réseaux P pour lesquels

$$\frac{1}{\rho} = a_1 x_1 + \ldots + a_5 x_5, \qquad a_1^2 + \ldots + a_5^2 = 0,$$
$$a_3 + i a_5 \gtrless 0.$$

» Prenons par exemple $\frac{1}{\rho} = x_1 - i x_5$, les coordonnées des réseaux applicables sont $P(\rho\alpha_1, \rho\alpha_2, \rho\alpha_3)$ et $P'(\rho x_2, \rho x_3, \rho x_4)$.

» Les réseaux P et A se coupent suivant une droite qui décrit une congruence L harmonique à ces réseaux. Cette congruence est C et 3O. Le réseau (4) parallèle à cette congruence est C et 3O; parmi ses congruences harmoniques se trouve une congruence C, O parallèle au réseau A et une congruence C, 2O parallèle au réseau P.

» Si nous prenons la surface dont l'équation est

$$(5) \qquad Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + (Y_1 + iY_2)(Y_1 + iY_2 + mY_3) = 1,$$

les réseaux C de cette surface possèdent toutes les propriétés des réseaux L. On en déduit facilement le résultat suivant :

» *Les congruences* L *sont parallèles aux réseaux* C *des surfaces* (5) *et par conséquent la déformation de ces surfaces et celle de la sphère sont deux problèmes équivalents.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la forme que prend, par la suppression de certains termes, un développement en série entière.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Appell.

« Désignant par x, y, ... des variables indépendantes en nombre quelconque, et par $x_0, y_0, \ldots$, des *valeurs initiales* attribuées à ces variables, considérons un développement, entier en $x - x_0$, $y - y_0$, ..., dont *tous* les coefficients soient arbitraires, et soumis dans leur ensemble à la seule

restriction de la convergence : c'est ce que nous nommerons *fonction analytique complètement indéterminée* des variables x, y, ...

» Considérant, d'autre part, certaines dérivées (en nombre limité) de cette fonction, désignons par E l'ensemble qu'elles forment, et supprimons du développement tous les termes qui, aux facteurs numériques connus près, ont pour coefficients les valeurs initiales des dérivées figurant dans l'ensemble E et de leurs propres dérivées de tous ordres : cette opération portera le nom de *coupure*, et la portion restante du développement s'appellera le *résidu* de la coupure.

» Cela posé :

» 1. *Le résidu d'une coupure, pratiquée dans le développement d'une fonction analytique complètement indéterminée de* x, y, ..., *peut*, par un calcul très simple, *être mis sous la forme*

$$(1) \qquad \sum_{n=1}^{n=g} (x - x_0)^{a_n} (y - y_0)^{b_n} \ldots \mathrm{F}_{\theta_n},$$

où a_n, b_n, ... *désignent des entiers (positifs ou nuls),* θ_n *un groupe de variables extrait du groupe total* $x, y, \ldots$, *et* F_{θ_n} *une fonction analytique complètement indéterminée des seules variables* θ_n; *les termes élémentaires provenant du développement de l'expression* (1), *quand on y remplace les diverses fonctions indéterminées qui y figurent par leurs développements respectifs, sont tous dissemblables en* $x - x_0, y - y_0, \ldots$, *et l'une des combinaisons*

$$(a_1, b_1, \ldots), \quad (a_2, b_2, \ldots), \quad \ldots, \quad (a_g, b_g, \ldots)$$

se compose d'entiers tous nuls.

« II. Désignons par ω_n le groupe de variables complémentaires de θ_n, c'est-à-dire tel que l'ensemble des deux groupes θ_n, ω_n reproduise une fois et une seule chacune des variables indépendantes x, y, ... Si, considérant le développement (sans coupure) de notre fonction analytique indéterminée, on en prend la dérivée d'ordres partiels a_n, b_n, ..., et qu'on attribue ensuite aux variables ω_n leurs valeurs initiales, on tombe sur un développement Φ_{θ_n}, ne dépendant évidemment, comme F_{θ_n}, que des variables θ_n.

» Cela étant, *les deux développements* F_{θ_n}, Φ_{θ_n} *convergent dans les mêmes limites, et la connaissance de l'un équivaut à celle de l'autre*, car : 1° pour passer de F_{θ_n} à Φ_{θ_n}, il suffit de multiplier F_{θ_n} par le monome

$$(2) \qquad (x - x_0)^{a_n} (y - y_0)^{b_n} \ldots$$

et d'exécuter sur le résultat la dérivation d'ordres partiels a_n, b_n, ...; 2° pour passer de Φ_{θ_n} à F_{θ_n}, il suffit d'exécuter sur Φ_{θ_n} la quadrature multiple d'ordres partiels a_n, b_n, ..., en ayant soin que le résultat de chaque quadrature simple s'annule pour la valeur initiale de la variable qu'elle intéresse, puis de supprimer, dans le développement ainsi obtenu, le facteur commun (2).

» III. Supposons que, dans une question quelconque, on ait à considérer une fonction inconnue u des variables x, y, ... et le développement de cette fonction à partir des valeurs particulières x_0, y_0, ...; supposons, en outre, que, parmi les données de la question, doive figurer le résidu d'une certaine coupure pratiquée dans le développement dont il s'agit. Pour formuler une pareille donnée, on commencera par mettre ce résidu sous la forme (1), en y supposant provisoirement tous les coefficients indéterminés; cela fait :

» Ou bien on se donnera les g fonctions F_{0_n} qui figurent dans l'expression (1);

» Ou bien, faisant successivement $n = 1, 2, \ldots, g$, on se donnera la fonction des variables θ_n, à laquelle se réduit $\frac{\partial^{a_n+b_n+\ldots} u}{\partial x^{a_n} \partial y^{b_n} \ldots}$ par l'attribution aux variables ω_n de leurs valeurs initiales.

» IV. Étant donné un système différentiel, résolu par rapport à certaines dérivées des inconnues u, v, ... qui s'y trouvent engagées, partageons-y les premiers membres en groupes, suivant qu'ils appartiennent à telle ou telle des inconnues, et désignons par E_u, E_v, ... les ensembles respectifs ainsi formés; puis, considérant une solution hypothétique du système, et supposant développées, à partir des *valeurs initiales* x_0, y_0, ... des variables, les diverses fonctions dont elle se compose, nommons *déterminations initiales* de ces fonctions les résidus des coupures E_u, E_v, ... pratiquées dans leurs développements respectifs.

» Cela étant, *on peut*, par la méthode indiquée ci-dessus, *fixer l'économie des fonctions* (*ou constantes*), *en nombre fini, dont la connaissance équivaut à celle des déterminations initiales*. On résout ainsi, de la manière la plus simple, un problème qui se présente sans cesse dans l'étude des systèmes différentiels et que je n'avais pu traiter jusqu'ici dans toute sa généralité qu'à l'aide d'une réduction progressive au premier ordre. »

PHYSIQUE. — *Sur une méthode de détermination du numéro d'ordre d'une frange d'ordre élevé.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **A. Perot**, présentée par M. A. Cornu.

« Nous avons déjà utilisé les franges produites entre deux surfaces de verre argenté, planes et parallèles, éclairées par un faisceau de lumière monochromatique, à l'étude de la constitution de plusieurs raies spectrales (1). Ces franges, observées par transmission à l'aide d'une lunette visant à l'infini, ont l'aspect de cercles concentriques dont les diamètres suivent la même loi que ceux des anneaux de Newton; la partie brillante de chaque anneau est très étroite comme cela a lieu pour toutes les franges des lames argentées.

» A un point du champ correspond une incidence déterminée i et, pour ce point, la différence de marche qui produit l'interférence est $\Delta = 2e\cos i$ (e étant la distance des deux plans argentés). La partie fractionnaire du quotient $p = \frac{\Delta}{\lambda} = \frac{2e\cos i}{\lambda}$ est la différence de phase pour la radiation λ, et la valeur de p n'est autre que la différence de marche exprimée en longueurs d'onde λ; chaque valeur entière de cette quantité caractérise une frange brillante dont elle est le numéro d'ordre.

» Lorsque la distance des surfaces argentées est un peu grande, le numéro d'ordre des anneaux observés devient très élevé ($p = 160000$ pour $e = 4^{cm}$ et $\lambda = 0^{\mu},5$); la méthode que nous employons pour déterminer ce nombre, analogue à la méthode des excédants fractionnaires (2), repose sur l'emploi de plusieurs radiations monochromatiques convenablement choisies, dont les longueurs d'onde sont dans des rapports exactement connus. Imaginons que l'appareil soit éclairé par deux radiations simples, l'une rouge et l'autre verte, par exemple, de longueurs d'onde λ et λ' ($\lambda > \lambda'$). Les anneaux dus à ces radiations se juxtaposent, sans se fondre, à cause de la présence des franges brillantes, et l'on distinguera à leurs teintes les anneaux des deux systèmes. Si l'on fait varier la distance des lames argentées, ces deux systèmes se contractent ou se dilatent simultanément, sans qu'il y ait mouvement d'un système relativement à l'autre. Un anneau rouge, d'ordre déterminé k, par exemple, sera toujours accom-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 34, 331, 407; 1898.

(2) MM. Macé de Lépinay, Michelson, Benoit, Hamy.

pagné de la même manière par les mêmes anneaux rouges et verts qui l'environnent. La façon dont se présentent ces anneaux sera caractéristique de l'anneau rouge considéré et pourra servir à la faire reconnaître.

» En particulier, il peut arriver que, entre deux anneaux rouges successifs d'ordre K et K + 1, se trouvent intercalés, non plus un, mais deux anneaux verts; nous disons alors qu'il y a une coïncidence entre les deux systèmes, ce que l'on constatera aisément à la vue, parce que, les deux anneaux verts étant très voisins des anneaux rouges, on aura deux anneaux successifs blanchâtres, dégradés de vert, l'un à l'intérieur, l'autre à l'extérieur. Ce phénomène tient à ce que la variation de différence de marche en passant d'un anneau au suivant est plus petite pour le système vert que pour le rouge, ce qu'on pourra exprimer en disant que les anneaux verts sont plus serrés que les rouges.

» Soient K′ et K′ + 1 les numéros d'ordre des anneaux verts compris entre les anneaux rouges K et K + 1, et soit $K' = K + m$.

» Les différences de marche exprimées en longueur d'onde rouge sont, pour les deux anneaux rouges,

$$\frac{\Delta}{\lambda} = K, \qquad \frac{\Delta_1}{\lambda} = K + 1;$$

en ces mêmes points, exprimés en longueur d'onde verte, $\frac{\Delta}{\lambda'}$ et $\frac{\Delta_1}{\lambda'}$, elles seront, l'une un peu inférieure à K′, l'autre un peu supérieure à K′ + 1, puisque c'est sur les anneaux verts qu'elles ont ces valeurs. Ceci revient à dire que, pour le $K^{ième}$ anneau rouge, on a

$$\frac{\Delta}{\lambda'} - \frac{\Delta}{\lambda} < m,$$

et pour le $(K + 1)^{ième}$,

$$\frac{\Delta_1}{\lambda'} - \frac{\Delta_1}{\lambda} > m;$$

il y a donc un point intermédiaire, où la différence de marche est Δ_0, où l'on a exactement

$$\frac{\Delta_0}{\lambda'} - \frac{\Delta_0}{\lambda} = m,$$

Δ_0 est la différence de marche de coïncidence; sa valeur est

$$\Delta_0 = m\frac{\lambda\lambda'}{\lambda - \lambda'}.$$

» Il suit de là que le phénomène est périodique, se produisant pour

toutes les valeurs entières de m, auxquelles correspondent comme différences de marche les multiples d'une longueur que nous appelons la période

$$\Pi = \frac{\lambda\lambda'}{\lambda - \lambda}.$$

Cette période pourra être exprimée en longueurs d'onde d'une radiation quelconque : en particulier exprimée en λ ce sera

$$\varpi = \frac{\lambda'}{\lambda - \lambda'},$$

et ses multiples $m\varpi$ seront des différences de marche de coïncidence en λ, dont les parties fractionnaires seront les différences de phase correspondantes. Si $m\varpi$ est en particulier un entier, il y a superposition exacte d'un anneau vert à un anneau rouge; nous dirons qu'il y a coïncidence exacte. Dans le cas général la valeur du terme fractionnaire de $m\varpi$ renseignera sur l'*exactitude* de la coïncidence, sur laquelle l'observation directe dans le cas de courte période pourra donner un renseignement.

» Lorsque, les deux radiations étant voisines, la période est longue, l'observation ne permet de fixer la position de la coïncidence qu'à quelques franges près; les anneaux des deux espèces ont presque exactement la même teinte, et leur séparation, qui ne produit pas de dissymétrie dans les colorations, ne devient appréciable que quelques franges après ou avant la coïncidence. Il peut y avoir avantage dans ce cas à absorber les *discordances*, consistant en ce que l'un des anneaux d'une espèce se trouve intercalé exactement au milieu entre deux anneaux de l'autre espèce, phénomène qui se produit pour les différences de marche $\Delta = (m + \frac{1}{2})\Pi$.

» En résumé, les concordances ou discordances numérotent les franges de ϖ en ϖ. Si les deux radiations sont très voisines, ce numérotage est à longue période, mais l'observation laisse quelque incertitude à laquelle se rapporte le numéro; il n'en est pas de même si la période est courte (inférieure à 20 ou 30 franges). Mais les franges numérotées se succèdent à intervalles rapprochés. Par un choix raisonné des longueurs d'onde employées et combinées deux à deux, on peut déterminer le numéro d'ordre exact d'un anneau, pourvu qu'on en ait déjà une valeur grossièrement approchée.

» Nous avions utilisé autrefois, pour vérifier les numéros d'ordre de franges fournies par des lames argentées de faible épaisseur, les radiations

du sodium et du lithium (¹). Les radiations émises par des vapeurs métalliques, illuminées par la décharge d'induction, permettent d'aller beaucoup plus loin; en employant les radiations du mercure et du cadmium, convenablement associées, nous avons pu, par des observations qui se résument en deux nombres, toujours *plus petits que* 15, déterminer les numéros d'ordre (160000) de franges produites par des lames d'air de 4^{cm} d'épaisseur. Le détail de ces mesures fera l'objet d'une prochaine Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur les rayons cathodiques*. Note de M. **P. Villard** (²), présentée par M. J. Violle.

« Dans une précédente Note (³), j'ai montré que les rayons cathodiques, et aussi les rayons de Goldstein, se forment aux dépens d'un afflux de matière, chargée positivement, qui arrive à la cathode avec une vitesse considérable. En disposant sur le trajet de ces divers courants des obstacles convenablement choisis, il est possible de déterminer la nature de la matière en mouvement.

» I. *Rayons cathodiques.* — Dans un tube de Crookes pouvant donner un faisceau cathodique un peu divergent, une lame de cuivre oxydé superficiellement est placée en face de la cathode, à $0^{m},15$ environ; entre cette lame et la cathode est interposé un petit obstacle, en cuivre oxydé également, fixé à la lame, et figurant, par exemple, une croix. L'ensemble peut être à volonté relié métalliquement à l'anode. Le tube étant mis en activité, on observe au bout de quelque temps que l'ombre cathodique portée par la croix sur la lame se manifeste par une impression durable très nette, noire sur fond rouge. Examinant les choses de plus près, on constate que, partout où le cuivre oxydé a été frappé par les rayons, il a pris une teinte rouge; les parties protégées, c'est-à-dire l'ombre de la croix, le revers de la lame et de l'obstacle, sont restées noires. Il est à supposer que les rayons cathodiques ont exercé sur l'oxyde une action réductrice. Le phénomène est parfaitement net si l'on a soin d'éviter que la lame ne s'échauffe notablement, auquel cas l'oxyde noir de cuivre serait décomposé et transformé en oxydule rouge.

» Il est préférable de prendre comme matière réductible un silicate; la réduction peut alors se produire dans la masse, à l'abri de l'atmosphère intérieure du tube.

» Si, par exemple, la paroi anticathodique d'un tube de Crookes est recouverte

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, décembre 1897.

(²) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(³) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1339.

intérieurement de verre vert à l'oxyde cuivrique, ce revêtement se transforme en verre rouge cuivreux sous l'action des rayons cathodiques. De même le cristal est réduit : il noircit partout où il est frappé par les rayons cathodiques, comme au contact d'une flamme réductrice, à cela près que l'action est moins superficielle. Ceci explique la formation de taches brunes sur la paroi anticathodique de tubes de Crookes ayant beaucoup servi : le verre ordinaire contient, en effet, presque toujours du plomb.

» La réduction du cristal a lieu même si le vide est fait sur de l'oxygène aussi pur que possible :

» Un tube de Crookes, à cathode d'aluminium, présente une paroi anticathodique en cristal ; après un lavage à l'acide nitrique bouillant, ce tube reçoit, par une ouverture qui sera scellée ensuite, un disque de cuivre profondément oxydé, dans lequel est pratiquée une ouverture en forme de croix. L'appareil est alors relié à une trompe à mercure sans robinets, par l'intermédiaire de tubes renfermant de l'oxyde de cuivre et de la potasse fondue au rouge. Une ampoule contenant un peu d'oxyde de mercure préalablement chauffé plusieurs fois est, en outre, fixée à la canalisation. Après avoir fait le vide, on remplit l'appareil d'oxygène à plusieurs reprises, et on le chauffe fortement chaque fois, en insistant particulièrement sur le tube de Crookes et l'oxyde de cuivre. Cette opération est renouvelée au cours des expériences. Dans ces conditions, on peut être certain que l'atmosphère intérieure est formée d'oxygène presque pur ; d'ailleurs le spectre de l'hydrogène n'est plus visible. Cependant l'action réductrice des rayons cathodiques n'est pas diminuée : ceux-ci, passant par la découpure pratiquée dans la lame de cuivre oxydé, vont marquer une croix noire sur le fond du tube. Le résultat est le même si l'espace obscur est limité à quelques centimètres de la cathode et la réduction se fait alors dans une région où le spectre de l'oxygène est bien visible (1).

» L'expérience peut encore se faire en recevant les rayons cathodiques sur une paroi de verre partiellement recouverte de cristal ; ce dernier seul noircit, ce qui montre bien qu'il ne s'agit pas d'un dépôt métallique formé de parcelles arrachées aux électrodes. D'ailleurs la réduction du cristal réussit très bien dans un tube à électrodes extérieures : d'autre part, les dépôts métalliques d'origine électrique sont peu adhérents et se dissolvent aisément dans un acide convenablement choisi.

» II. *Afflux cathodique.* — Si la partie centrale d'une cathode plane est remplacée par une lame de cristal, ce qui ne modifie pas sensiblement la marche de l'afflux, on constate que le cristal est profondément réduit là où il est frappé par le courant gazeux, c'est-à-dire au centre de la lame dans un tube centré. Cette expérience peut être combinée avec l'une des précédentes.

» III. *Rayons de Goldstein.* — Une lame de cristal placée sur le trajet des rayons de Goldstein est rapidement réduite. Ce résultat pouvait être prévu, les rayons dont il s'agit n'étant autre chose que le prolongement de l'afflux cathodique qui continue sa route, après avoir perdu sa charge, au travers d'une cathode perforée.

---

(1) Dans l'oxygène l'espace obscur est d'une netteté remarquable, et le trajet des rayons cathodiques, en dehors de cet espace, est particulièrement visible.

» Ainsi, les rayons cathodiques, les rayons de Goldstein, et l'afflux cathodique paraissent formés aux dépens d'une matière possédant d'une manière constante la propriété de réduire certains oxydes métalliques, et cela indépendamment de son état électrique, qui est l'état neutre dans le cas des rayons de Goldstein. Le résultat est le même soit qu'on fasse le vide sur l'oxygène, soit qu'on opère sans précaution spéciale, c'est-à-dire dans des conditions très variables. Il semble donc que les rayons cathodiques ne se forment pas aux dépens de n'importe quel gaz. Les expériences récentes de J.-J. Thomson (1) montrent d'ailleurs bien nettement que les propriétés des rayons cathodiques sont indépendantes de la nature du gaz sur lequel on a fait le vide.

» Or, le seul gaz réducteur que l'on puisse trouver dans un tube de Crookes sans électrodes, lavé puis chauffé fortement, est évidemment l'hydrogène. On ne saurait se débarrasser complètement de l'eau par des dessséchants, et le verre peut en fournir presque indéfiniment.

» J'ajouterai qu'avec un tube à électrodes de mercure dans lequel le vide avait été fait sur le mercure bouillant, je n'ai observé que le phénomène de Geissler, il ne s'est pas formé de rayons cathodiques.

» Les propriétés physiques et chimiques de l'hydrogène font déjà de ce gaz un corps à part dans la série des éléments; il n'est donc nullement invraisemblable d'admettre qu'il possède, et cela exclusivement, la propriété de pouvoir donner des rayons cathodiques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de quelques carbonates sur l'acetate chromeux.* Note de M. **G. Baugé** (2), présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note ayant pour titre : « Sur un carbonate chromeux ammo» niacal cristallisé » et publiée aux *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 474, nous avons démontré que si l'on traitait une solution aqueuse d'un carbonate alcalin par l'acétate chromeux on obtenait un carbonate double de protoxyde de chrome et d'alcali; nous avons pu préparer ensuite par la même méthode un carbonate double de protoxyde de chrome et de sodium (3).

(1) *Philosophical Magazine*, 5e série, t. XLIV (oct. 1897).

(2) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

(3) G. Baugé, *Sur un carbonate double de soude et de protoxyde de chrome* (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 1177).

Nous étudierons aujourd'hui l'action du carbonate de potassium, du carbonate de magnésium et des carbonates alcalino-terreux sur l'acétate chromeux.

» Antérieurement, Henri Sainte-Claire Deville avait indiqué (1) qu'en faisant réagir une solution de bicarbonate, sesquicarbonate ou carbonate neutre alcalin sur un sel soluble métallique, on pouvait préparer ainsi des carbonates doubles.

» *Action du carbonate de potassium.* — Le carbonate de potassium forme avec le carbonate chromeux deux composés : l'un jaune, l'autre rouge brun.

» *Préparation du sel jaune.* — Dans le flacon tubulé de l'appareil déjà décrit (2), on fait arriver un courant d'acide carbonique, puis une certaine quantité d'acétate chromeux en suspension dans l'eau. Après repos, on décante la partie limpide et on la remplace par une solution au cinquième, dans l'eau bouillie, de carbonate de potassium. Par agitation, l'acétate chromeux se dissout, et il se précipite aussitôt une poudre jaune cristalline. La concentration ci-dessus est importante à observer, car avec des liqueurs plus riches en carbonate de potassium, le sel se dépose trop lentement et avec des solutions plus étendues il reste complètement dissous.

» Après décantation des eaux-mères, on lave le produit avec de l'eau bouillie froide, employée en petite quantité, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne renferment plus d'acétate de potassium, puis avec de l'alcool à 98° et l'on continue jusqu'à ce que cet alcool sorte de l'appareil au même titre. Après une dernière décantation, on sèche le produit dans le flacon même, en plaçant ce dernier au-dessus d'un bain-marie contenant de l'eau en pleine ébullition.

» On prépare aussi ce composé en faisant réagir sur l'acétate humide une solution tiède et saturée de bicarbonate de potassium. Dans ce cas, il y a une forte effervescence due au départ de la moitié de l'acide carbonique.

» *Propriétés.* — Ce sel est une poudre de couleur jaune très voisine de celle de l'oxalate ferreux. Au microscope, il se présente sous la forme de prismes hexagonaux jaune citron.

» Il est soluble dans l'eau qu'il colore en jaune brun.

» Les solutions ainsi obtenues déposent peu à peu le sel qu'elles ren-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIII, p. 75.

(2) *Loc. cit.*

ferment et se décolorent. Si l'on essaie de reprendre le dépôt par de l'eau bouillie, on voit que sa solubilité a beaucoup diminué et a pu même devenir nulle après quelques mois.

» Indépendamment de cette polymérisation, certains agents, et en particulier le carbonate de potassium, ajoutés dans la solution de ce sel, en déterminent une précipitation partielle et même totale si l'addition en est suffisante.

» Comme les composés correspondants de l'ammonium et du sodium, c'est un réducteur énergique. Il décompose l'eau avant la température de l'ébullition. Chauffé dans le vide ou dans un courant de gaz inerte, il jouit, de même que le sel jaune correspondant du sodium, de la propriété de devenir brun, puis de reprendre sa couleur primitive par le refroidissement : ce phénomène se poursuit jusque vers 280°, température à laquelle le sel se décompose.

» Le chlore et l'hydrogène sulfuré l'attaquent à chaud en donnant les même réactions que le sel jaune de sodium.

» Stable pendant quelque temps dans l'air sec, il s'oxyde de suite dans l'air humide avec formation de sesquioxyde de chrome hydraté.

» Chauffé à l'air, il fournit le chromate correspondant.

» Enfin les acides étendus le dissolvent à l'abri de l'air en donnant des solutions bleues.

» *Analyse.* — Calciné dans un courant d'air sec et privé d'acide carbonique, ce sel nous a fourni de l'eau et de l'acide carbonique. Dans le chromate de potassium qui forme le résidu, le chrome a été déterminé à l'état d'oxyde après précipitation par l'azotate mercureux, puis la potasse sous forme de sulfate après élimination du mercure par l'hydrogène sulfuré.

» Les résultats obtenus sont les suivants :

	I.	II.	Théorie.
CO^2	31,70	31,92	31,76
K	28,01	27,98	28,15
Cr	18,76	18,89	18,77
H^2O	9,70	9,91	9,74

» On obtient le sel rouge dont nous avons parlé précédemment en plaçant, dans de l'eau bouillie, le sel jaune et en faisant traverser le tout par un courant prolongé d'acide carbonique. Le sel jaune se transforme peu à peu en un composé rouge brique. Cette transformation s'effectue encore dans l'alcool à 60°. Malheureusement, l'attaque n'est que superficielle et le produit de l'action n'a pas une composition constante. Ce corps rouge

peut être préparé directement en faisant agir, sur l'acétate chromeux humide, une solution au $\frac{1}{30}$ de carbonate de potassium, employée en quantité strictement nécessaire. C'est, dans ce cas, un précipité rouge se détruisant partiellement par les lavages et dont l'analyse n'a pu être faite.

» Ce sel, comme le précédent, décompose l'eau à 100°.

» *Action du carbonate de magnésium.* — Si l'on met en contact d'acétate chromeux humide une solution saturée d'hydrocarbonate de magnésium, dans l'eau chargée d'acide carbonique, il y a réaction avec formation d'un corps rouge brun qui décompose l'eau à l'ébullition. L'analyse n'a pu en être faite, car, en même temps que le sel double se précipite, il y a dépôt de carbonate de magnésium, dont nous n'avons pu encore obtenir la séparation d'une manière satisfaisante.

» Avec les carbonates alcalino-terreux, nous n'avons pu séparer de composés doubles.

» En résumé, le carbonate chromeux forme, avec le carbonate potassique, un sel double de couleur jaune en cristaux bien nets auquel l'analyse assigne la formule

$$(CO^3K^2, CO^3Cr)^2, 3H^2O,$$

et un sel double cristallisé de couleur rouge à formule indéterminée.

» Le carbonate de magnésium se combine au carbonate chromeux en donnant un composé rouge brun.

» Les carbonates alcalino-terreux sont sans action. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les états d'équilibre du système ternaire : plomb-étain-bismuth*. Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« Au cours de recherches sur les alliages métalliques, j'ai examiné plus spécialement les alliages ternaires de plomb, d'étain et de bismuth. Ces trois métaux sont susceptibles de se mélanger en toutes proportions pour former, à une température convenable, un liquide homogène; ils ne forment ni composés définis, ni solutions solides ou mélanges isomorphes. Le système plomb-étain-bismuth correspond donc au cas le plus simple que puisse présenter, au point de vue des équilibres chimiques, un système de trois constituants, cas dans lequel il n'existe, pour employer la terminologie de Gibbs, qu'une seule phase liquide et trois phases solides.

» Pour déterminer les compositions de la phase liquide qui peuvent être en équilibre avec les différentes phases solides, c'est-à-dire, dans le cas actuel, avec les métaux purs à l'état solide, j'ai étudié la fusibilité d'alliages de compositions variées. Je rappellerai d'abord le procédé employé pour représenter graphiquement les résultats.

» Pour représenter la composition des alliages ternaires, on peut avoir recours au diagramme triangulaire de Thurston. Un point pris à l'intérieur d'un triangle équilatéral représente l'alliage ternaire qui contient des quantités des trois métaux proportionnelles aux distances de ce point aux trois côtés du triangle. Dans ce système, les sommets représentent les métaux purs; les points placés sur les côtés du triangle représentent les alliages binaires.

» Si, en chaque point du triangle, et perpendiculairement à son plan, l'on porte une longueur proportionnelle à la température où commence la solidification de l'alliage dont la composition est représentée par le point considéré, le lieu des extrémités de ces perpendiculaires est une surface qui correspond, pour les alliages ternaires, à ce qu'est la courbe de fusibilité pour les alliages binaires.

» J'ai construit cette surface pour le système plomb-étain-bismuth, au moyen de mesures qui ont porté sur cinquante-six alliages (1). La figure ci-jointe représente la projection de cette surface.

» On détermine d'abord les courbes de fusibilité des alliages binaires qui sont les coupes de la surface par des plans perpendiculaires au plan du triangle et passant par les côtés de ce triangle; ces courbes présentent toutes trois la même forme; chacune d'elles comprend deux branches de courbe qui partent des points de fusion des métaux purs et se coupent en un point qui correspond à l'alliage eutectique. Les points représentatifs de ces trois alliages eutectiques binaires sont marqués en E, E′, E″.

» Le point E correspond à l'alliage eutectique de plomb et de bismuth qui contient 45 pour 100 de plomb, 55 pour 100 de bismuth et fond à 127°.

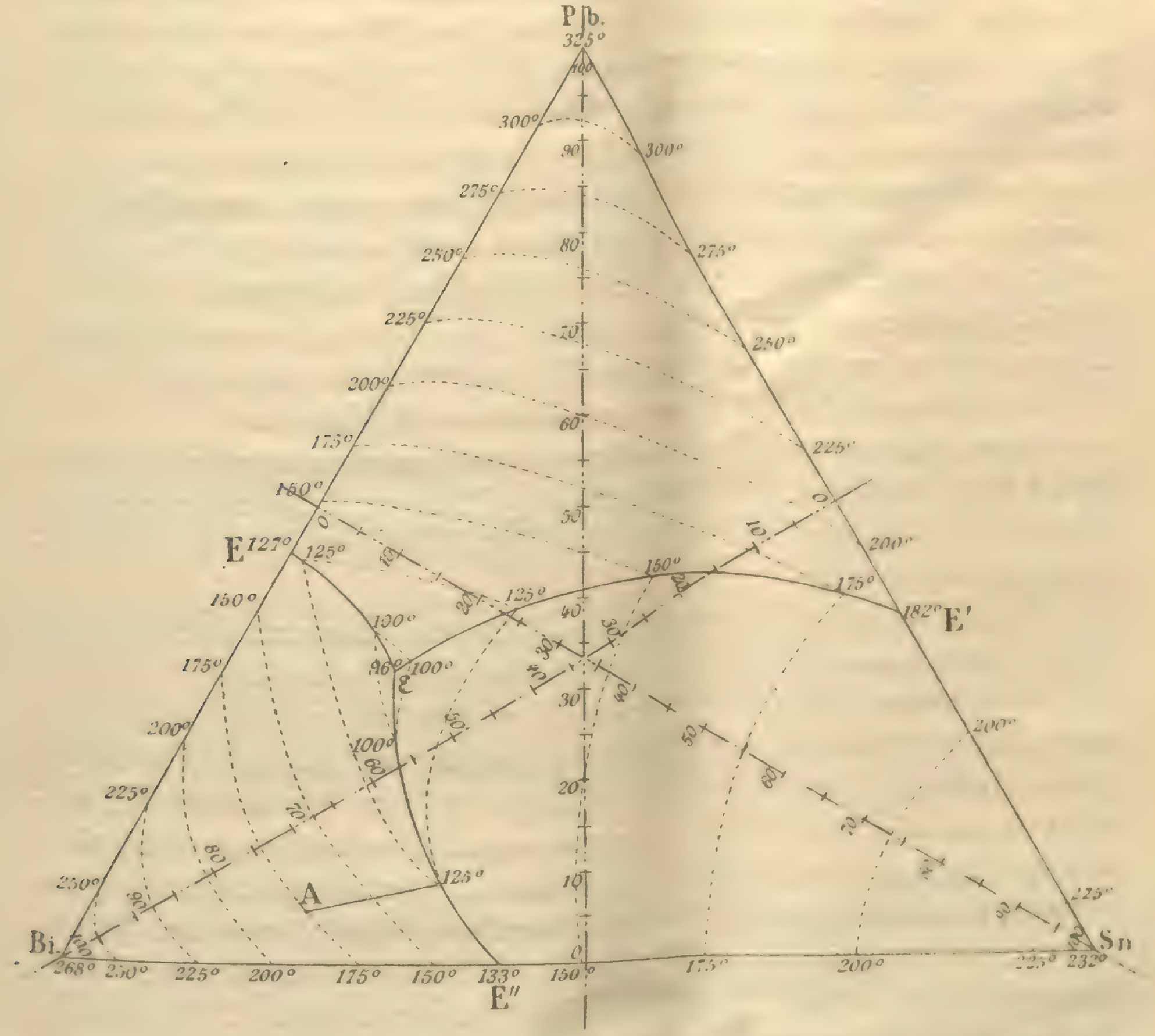
» Le point E′ correspond à l'alliage eutectique de plomb et d'étain qui contient 37,5 pour 100 de plomb, 67,5 pour 100 d'étain et fond à 182°.

» Le point E″ correspond à l'alliage eutectique de bismuth et d'étain, qui contient 58,5 pour 100 de bismuth, 41,5 pour 100 d'étain et fond à 133°.

» On détermine ensuite les températures de solidification d'une série

(1) Le détail de ces mesures sera donné dans un Mémoire ultérieur.

d'alliages dont les points représentatifs sont placés sur une même droite; chacune de ces séries donne une coupe plane de la surface; la connaissance de ces coupes permet de construire par points (par interpolation graphique) les isothermes de la surface, c'est-à-dire les lieux des points représentatifs des alliages dont la solidification commence à la même tem-



pérature. Ces isothermes sont marquées sur la figure, de 25° en 25°, en traits pointillés. On connaît ainsi la forme de la surface qui, ainsi qu'on le voit, se compose de trois nappes se coupant suivant les lignes Eε, E'ε, E''ε. Le point ε correspond à l'alliage le plus fusible de la série ou alliage eutectique ternaire; cet alliage contient environ 32 pour 100 de plomb, 16 pour 100 d'étain et 52 pour 100 de bismuth; il fond à 96°.

» D'après les théories admises sur la solidification des mélanges, cha-

cune des nappes de la surface de fusibilité comprend les points représentatifs de tous les alliages qui, à l'état liquide, peuvent exister, à une température convenable, en équilibre avec l'un ou l'autre des métaux à l'état solide. Les alliages dont la composition est représentée par des points situés sur la nappe P*b* E ε E′ peuvent être, à l'état liquide, en équilibre avec le plomb solide; au commencement de leur solidification, ils laisseront déposer des cristallites de plomb. De même, les alliages dont les points représentatifs sont situés sur les nappes B*i* E ε E″ et S*n* E′ ε E″ peuvent être, à l'état liquide, en équilibre respectivement avec le bismuth et l'étain solides.

» Les alliages dont les points représentatifs sont situés sur la ligne E′ ε peuvent être, à l'état liquide, en équilibre à la fois avec le plomb et l'étain solides; au commencement de leur solidification, ils laisseront déposer, à la fois, ces deux métaux; de même les alliages dont les points représentatifs sont situés sur les lignes E ε ou E″ ε pourront être en équilibre soit avec le plomb et le bismuth, soit avec l'étain et le bismuth.

» Enfin, l'alliage eutectique ternaire, correspondant au point ε, pourra être, à l'état liquide, à la température de 96°, en équilibre avec le plomb, le bismuth et l'étain solides; en se solidifiant, il laissera déposer simultanément ces trois métaux.

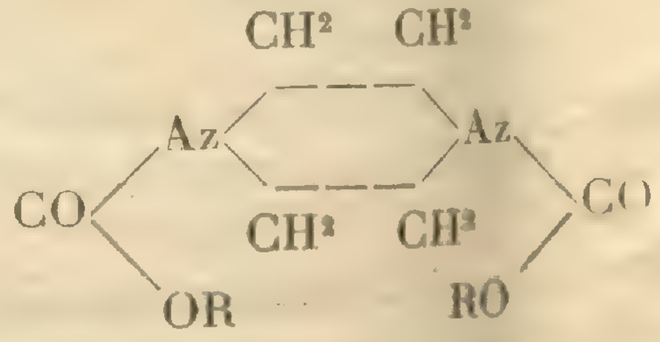
» L'étude du refroidissement d'un alliage préalablement amené à l'état liquide permet une première vérification de ces considérations.

» Considérons l'alliage dont le point représentatif est situé en A sur la nappe B*i* E ε E″. Laissons-le refroidir à partir de 250°, en notant la température à intervalles réguliers. La courbe qui représente la variation de température en fonction du temps présente une forme parfaitement continue tant que l'alliage est liquide. Au moment où une partie commence à se séparer, la courbe présente un point anguleux et prend une nouvelle direction. S'il se sépare alors du bismuth pur, le point représentatif de la composition de la partie liquide se déplacera sur la droite B*i* A, puisque les proportions relatives de plomb et d'étain ne changent pas. Le point représentatif arrive ainsi sur la ligne E″ ε; à ce moment (la température étant ici de 125°), l'alliage laisse déposer à la fois du bismuth et de l'étain et le point représentatif se déplace sur la ligne E″ ε; on observe en effet, dans la courbe de refroidissement, un deuxième point anguleux à la température de 125°. Enfin, le point représentatif arrivant en ε, l'alliage laisse déposer simultanément les trois métaux et la solidification s'achève à température constante. On observe en effet, dans la courbe de refroidissement,

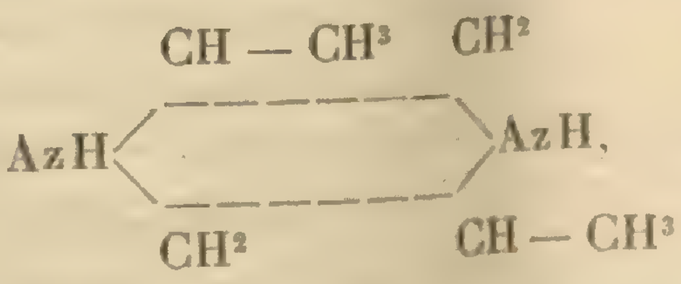
une partie horizontale, à 96°, et qui se retrouve pour tous les alliages de plomb, d'étain et de bismuth, à la même température. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la diméthylpipérazine et quelques combinaisons phénoliques de cette base.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Moreau**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, nous avons montré que la pipérazine, ou hexahydro-γ-diazine, réagit sur les carbonates phénoliques en donnant des diuréthanes aromatiques de la forme (¹)



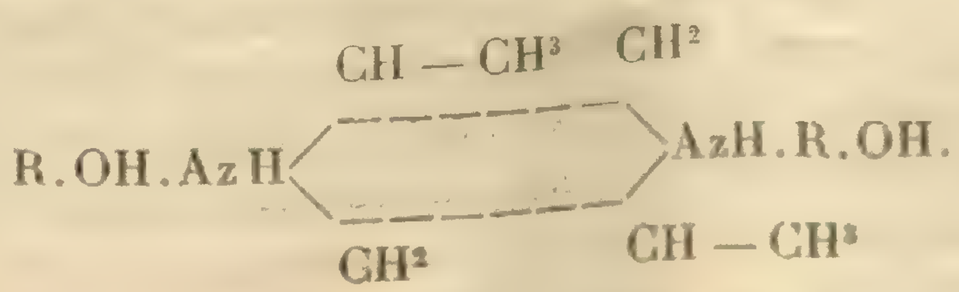
» Vraisemblablement, la diméthylpipérazine, à laquelle on attribue la formule



devait se comporter de même en présence des éthers carboniques des phénols.

» Il n'en est rien.

» Chauffée au sein de l'alcool à 93°, molécule à molécule, dans les mêmes conditions que la pipérazine, la diméthylpipérazine dégage de l'acide carbonique aux dépens des carbonates phénoliques et l'on obtient finalement, au lieu d'uréthanes, des combinaisons diphénoliques de la base correspondant à la formule générale.



(¹) *Comptes rendus*, février 1898.

» Nous avons obtenu ainsi les diphénate, digaïacolate, dinaphtolates α et β de diméthylpipérazine.

» *a. Diphénate de diméthylpipérazine.* — Ce composé a été obtenu en chauffant molécule à molécule, au sein de l'alcool à 93°, la diméthylpipérazine et le carbonate de phénol. Au bout de trois quarts d'heure le dégagement d'acide carbonique a cessé. En concentrant le liquide alcoolique au $\frac{1}{3}$, on obtient, par refroidissement, une masse cristalline en cristaux durs, volumineux, correspondant, à l'analyse, très exactement à un diphénate.

» Ces cristaux sont à deux axes, sans que nous ayons pu déterminer encore s'ils sont monocliniques ou tricliniques.

» Ils fondent à 86°. Ils ont une saveur brûlante de phénol et se dissolvent dans l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine, la nitrobenzine, la glycérine.

» Le phénol est mis en liberté par les acides.

» *b. Digaïacolate de diméthylpipérazine.* — En chauffant molécule à molécule le carbonate de gaïacol et la diméthylpipérazine, au sein de l'alcool à 93°, on obtient un dégagement régulier d'acide carbonique comme précédemment. Il se forme du digaïacolate de la base.

» On concentre au bain-marie au $\frac{1}{3}$ la solution alcoolique. Par refroidissement, le liquide, qui a fortement rougi, se prend en masse. On lave à l'éther froid, puis on fait cristalliser l'éther à 65° bouillant.

» On obtient de fines aiguilles, légères comme le chlorhydrate de morphine, correspondant au digaïacolate de la base, fondant à 66°-67°, solubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforme et la benzine. Il est facilement décomposable par les acides.

» *c. Dinaphtolate α de la diméthylpipérazine.* — Dans les mêmes conditions que précédemment, on obtient avec le carbonate de naphtol α et la diméthylpipérazine un dinaphtolate α de la base.

» Ce corps, cristallisé plusieurs fois dans l'alcool à 93°, est difficile à obtenir blanc. Il fond à 147°; il est soluble dans l'eau à chaud, plus soluble dans l'alcool, le chloroforme, la nitrobenzine, peu soluble dans l'éther et la benzine.

» *d. Dinaphtolate β de la diméthylpipérazine.* — Avec le carbonate de naphtol β, on obtient un dinaphtolate de la base, comme dans l'opération précédente.

» Ce corps, beaucoup plus soluble dans l'alcool que le dérivé α, cristallise bien dans l'éther. On peut l'obtenir ainsi presque blanc. Il fond à 93°. Il se dissout dans l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforme, la benzine et la nitrobenzine.

» Ces dinaphtolates sont décomposables par les acides comme les autres combinaisons phénoliques.

» *e.* Ces combinaisons peuvent s'effectuer, sans aucun doute, par action directe des phénols sur la base, soit au sein de l'alcool, soit au sein de l'éther. Le mode d'obtention précédent par action de la base sur les carbonates phénoliques n'est assurément pas le mode de préparation préférable. Cherchant à réaliser la préparation des uréthanes de la diméthylpipérazine, nous avons été amenés à la préparation de dérivés imprévus dans les conditions où nous nous étions placés.

» Cette action saponifiante de la diméthylpipérazine, due d'ailleurs à sa

grande énergie chimique, nous donne à penser qu'elle a peut-être une constitution différente de celle admise, qu'elle n'est pas une base secondaire cyclique, avec 2AzH dans le noyau, autrement dit qu'elle n'est pas le dérivé substitué diméthylé de la pipérazine.

» L'action négative des iodures alcooliques, l'absence de formation d'uréthanes que donnent, au contraire, la pipéridine, la conicine, la pipérazine et, nous le verrons bientôt, la tétrahydroquinoléine, sont autant de raisons probantes pour douter de la constitution généralement donnée à cette base, avec des AzH en chaîne fermée.

» Cette base importante, en raison de son introduction récente en Thérapeutique (lycétol ou tartrate de diméthylpipérazine), mérite de nouvelles études pour éclairer sa nature. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleurs de neutralisation de l'acide phénylphosphorique*. Note de M. **G. Belugou** (1), présentée par M. Friedel.

« Pour continuer l'étude des chaleurs de neutralisation des éthers phosphoriques, j'ai opéré sur une solution d'acide monophénylphosphorique pur qu'on peut préparer ainsi qu'il suit :

» Le produit de la réaction de l'anhydride phosphorique sur le phénol est dissous dans l'eau et lavé à l'éther pour enlever l'acide diphénylphosphorique. La solution aqueuse est ensuite traitée par l'acétate de plomb. Des précipitations fractionnées par ce réactif permettent de séparer l'acide phosphorique, qui est précipité le premier.

» Le monophénylphosphate de plomb, qui se forme ensuite, est mis en suspension dans l'eau et décomposé par l'hydrogène sulfuré. En ajoutant par petites portions le sel dans un volume déterminé d'eau, on peut, par simple acidimétrie, après avoir chassé l'hydrogène sulfuré par un gaz inerte et par le vide, déterminer de loin en loin la richesse de la solution. Lorsque celle-ci contient une molécule d'acide phénylphosphorique pour 6^{lit}, on procède à la neutralisation, et l'on a

	Cal
$PO^4(C^6H^5)H^2$ diss. + NaOH diss. = $PO^4(C^6H^5)NaH$ diss. + H^2O.....	+14,6
$PO^4(C^6H^5)NaH$ diss. + NaOH diss. = $PO^4(C^6H^5)Na^2$ diss. + H^2O.....	+13,8
$PO^4(C^6H^5)H^2$ diss. + 2 NaOH diss. = $PO^4(C^6H^5)Na^2$ diss. + 2 H^2O	+28,7

(1) Travail fait au laboratoire de Recherches chimiques de l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier.

le dernier chiffre confirme le total trouvé dans les deux premières expériences, qui est $+28^{Cal},4$.

» Si l'on rapproche ces résultats de ceux qui ont été obtenus d'abord par M. Cavalier, avec les acides éthyl- et méthylphosphoriques (1), et par moi-même avec les acides glycéro- et éthylphosphoriques (2), on voit que les deux fonctions acide fort et acide faible de l'acide phosphorique persistent, quelles que soient d'ailleurs les fonctions particulières existant dans l'alcool éthérifié (je ne crois pas devoir donner les résultats que j'ai obtenus avec l'acide méthylphosphorique en même temps que M. Cavalier, puisqu'ils confirment pleinement le travail de celui-ci).

» L'acide phénylphosphorique se conduit d'ailleurs, au méthylorange et à la phtaléine, comme l'acide phosphorique et ses monoéthers.

» Lorsqu'on fait agir l'anhydride phosphorique sur un alcool ou sur le phénol, on obtient, en général, une partie liquide sirupeuse et une partie solide. Cette dernière, comme on peut s'en assurer par son action sur l'albumine, est de l'acide métaphosphorique. Si l'on dissout dans l'eau un poids donné de la partie sirupeuse et qu'on détermine l'acidité de ce liquide, d'abord à l'hélianthine, puis à la phtaléine, on constate que la quantité de soude exigée pour la neutralisation à l'hélianthine est supérieure à celle qui est nécessaire pour aller de cette dernière réaction à la neutralisation à la phtaléine. Cette différence ne peut être due qu'à l'action de l'acide métaphosphorique ou du diéther formé. Or je me suis assuré, par la réaction à l'albumine, que le liquide ne contenait pas trace d'acide méta, et, d'autre part, si l'on y ajoute des traces de cet acide en présence d'albumine, on coagule nettement cette dernière. Il résulte de là que l'acidité plus considérable à l'hélianthine ne peut être attribuée qu'au diéther formé et, par suite, celui-ci est neutralisé par la même quantité d'alcali aux deux réactifs. Cette observation a quelque importance, car elle confirme nos prévisions sur le rôle des diéthers et la dernière Note communiquée à l'Académie par M. Cavalier (3).

» J'ai ainsi généralisé les résultats que M. H. Imbert et moi avions obtenus avec l'acide glycérophosphorique. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1275, et 18 avril 1898.
(2) *Comptes rendus*, 13 décembre 1897 et 18 avril 1898.
(3) *Comptes rendus*, 25 avril 1898.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés halogénés de l'éthylphénylcétone.* Note de M. **A. Collet**, présentée par M. Friedel.

« Les dérivés halogénés de l'éthylphénylcétone décrits dans cette Note ont été obtenus par l'action des chlorures de propionyle et d'α-bromopropionyle sur le benzène monochloré ou monobromé en présence d'$AlCl^3$. L'opération est conduite de la même manière que dans le cas des dérivés halogénés de la méthylphénylcétone (*Comptes rendus*, t. CXXV; p. 717; 1897).

» I. Éthyl-p.-chlorophénylcétone $C^2H^5.CO.C^6H^4.Cl$. — On a fait réagir 20^{gr} de chlorure de propionyle, 24^{gr} de chlorure de phényle et environ 15^{gr} de chlorure d'aluminium. Le produit de la réaction, cristallisé deux fois dans l'alcool bouillant, a donné à l'analyse : matière 0,239; AgCl 0,209 : d'où, en centièmes, Cl 21,58; calculé 21,06.

» L'*éthylphénylcétone monochlorée* est en petits cristaux incolores, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et dans le sulfure de carbone, fusibles vers 35°-36°. Chauffée au bain-marie avec la quantité théorique de permanganate de potasse en solution alcaline, elle donne un acide chloré, sublimable en lamelles brillantes fusibles à 236°; c'est le point de fusion de l'acide p.-chlorobenzoïque. La cétone chlorée précédente appartient donc à la série para.

» L'*oxime* $C^2H^5C(AzOH)C^6H^4Cl$ a été obtenue en chauffant au bain-marie, pendant deux heures environ, une solution alcoolique renfermant 1^{gr} de cétone chlorée, 2^{gr} de chlorhydrate d'hydroxylamine préalablement neutralisé par $1^{gr},5$ de carbonate de sodium. On distille ensuite la plus grande partie de l'alcool, puis le résidu est versé dans un excès d'eau froide. Il se sépare un dépôt blanc, pâteux, qu'on redissout dans l'alcool à 80°; par refroidissement, il se dépose des lamelles nacrées, incolores, fusibles à 62°-62°,5. L'analyse montre que ce corps est bien l'éthyl-p.-chlorophénylcétoxime : matière 0,36, volume gazeux $24^{cc},2$ mesurés à 17° sous 747^{mm}; soit, en centièmes, Az = 7,52; calculé 7,62.

» L'*hydrazone* $C^2H^5C(Az.AzHC^6H^5)C^6H^4Cl$ se prépare sans difficulté en chauffant au bain-marie molécules égales de cétone chlorée et de phénylhydrazine. Le mélange se prend par refroidissement en une masse cristalline jaunâtre que l'on purifie par des cristallisations dans la ligroïne. L'hydrazone est en aiguilles incolores, fusibles vers 94°-96°, solubles dans l'alcool, peu solubles à froid dans la ligroïne. Dosage de l'azote : matière 0,315, volume gazeux 30^{cc} mesurés à 18° sous 735^{mm}; soit, en centièmes, Az = 10,63; calculé 10,83.

» II. Éthyl-p.-bromophénylcétone $C^2H^5\overset{(1)}{C}O\overset{(4)}{C^6H^4}Br$. — On a employé 20^{gr} de chlorure de propionyle, 34^{gr} de benzène bromé et 20^{gr} environ de $AlCl^3$. Le dosage du brome dans le produit de la réaction a conduit aux résultats suivants : matière, 0,315; AgBr, 0,278. D'où l'on déduit : Br, 37,50; calculé, 37,55.

» L'éthylphénylcétone-p.-bromée est en longues et belles aiguilles incolores, brillantes, solubles dans l'alcool et dans le sulfure de carbone, fusibles à 44°-45°. Le permanganate de potasse alcalin l'oxyde à la température du bain-marie, en donnant de l'acide p-bromobenzoïque fusible à 251° après sublimation.

» L'*éthyl-p.-bromophénylcétoxime* $C^2H^5C(AzOH)C^6H^4Br$ est en fines aiguilles incolores, solubles dans l'alcool, fusibles vers 90°-91°. Le dosage de l'azote dans cette matière a donné les résultats suivants : matière 0,367, volume gazeux 19^{cc} mesurés à 14° sous 750^{mm}; soit, en centièmes, Az = 6,01; calculé 6,14.

» L'*hydrazone* $C^2H^5C(Az.AzHC^6H^5)C^6H^4Br$, cristallisée dans la ligroïne, est en aiguilles incolores, fusibles vers 99°-101°, solubles dans l'alcool. Dosage de l'azote : matière 0,420, volume gazeux 34^{cc} mesurés à 15° sous 747^{mm}; d'où l'on déduit : Az pour 100 = 9,30; calculé 9,24.

» III. Bromethyl-p.-chlorophénylcétone $CH^3CHBrCO\overset{(1)}{C}{}^6H^4\overset{(4)}{Cl}$. — On a pris 25^{gr} de chlorure d'α-bromopropionyle, 16^{gr} de benzène chloré et 20^{gr} environ de $AlCl^3$; on a obtenu 18^{gr} de produit cristallisé deux fois dans l'alcool bouillant. Le dosage du chlore et du brome a donné les résultats suivants : matière 0,292; AgCl et AgBr 0,395; soit, en centièmes, Cl + Br 47,13; calculé 46,66.

» Cette éthylphénylcétone chlorobromée est en cristaux incolores, brillants, solubles dans l'alcool et dans le sulfure de carbone, fusibles à 77°,5. L'oxydation par le permanganate de potasse en solution alcaline, à la température du bain-marie, a donné de l'acide p.-chlorobenzoïque fusible à 236°.

» *Éthyl-p-chlorophénylcétone-anilide* $CH^3CH(AzHC^6H^5)COC^6H^4Cl$. — Un mélange de cétone chlorobromée (1 mol.) et d'aniline (2 mol.) en solution alcoolique, abandonné à lui-même, à la température ordinaire, laisse déposer au bout de quelques heures de jolies aiguilles jaunes, fusibles vers 111°-111°,5 et possédant la composition d'une éthylphénylcétone-anilide chlorée. Dosage de l'azote : matière 0,417, volume gazeux 20^{cc} mesurés à 16° sous 737^{mm},5; d'où l'on déduit, en centièmes, Az = 5,42; calculé 5,39.

» IV. Bromethyl-p.-bromophénylcétone $CH^3CHBr\overset{(1)}{C}O\overset{(4)}{C}{}^6H^4Br$. — On a employé 29^{gr} de chlorure d'α-bromopropionyle, 25^{gr} de benzène monobromé et 20^{gr} environ de $AlCl^3$. Le rendement en cétone dibromée est de 23^{gr}. Dosage du brome : matière 0,245. AgBr 0,314; soit, en centièmes : Br = 54,46; calculé 54,79.

» L'éthylphénylcétone dibromée est en lamelles incolores, brillantes, solubles dans l'alcool et dans le sulfure de carbone, fusibles à 84°-84°,5. Ses vapeurs irritent vivement les yeux; il en est de même des vapeurs de la cétone précédente bromée également dans le radical gras (CH^3CH^2). Soumise à l'action oxydante du permanganate de potasse en solution alcaline, à 100°, elle donne de l'acide p.-bromobenzoïque fusible à 251°.

» L'action de l'aniline (2 mol.) sur une solution alcoolique de cétone dibromée (1 mol.), à la température ordinaire, a donné une anilide, en écailles jaunâtres, brillantes, solubles dans l'alcool, fusibles vers 109°,5-110°. Le dosage de l'azote montre que le corps ainsi obtenu est bien l'*éthyl-p.-bromophénylcétone-anilide*

$$CH^3CH(AzHC^6H^5)COC^6H^4Br.$$

Matière 0,442, volume gazeux 18^{cc},3 mesurés à 19° sous 737^{mm} ; soit, en centièmes, Az = 4,70; calculé, 4,60. »

ZOOLOGIE. — *De la solipédisation des Équidés dans les temps actuels.* Note de M. **G. Joly**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le professeur Albert Gaudry a montré que le solipède était « le type » le plus parfait de la locomotion rapide sur la terre ferme » et que ce type s'était lentement constitué, à travers la longue série des âges qui séparent l'époque tertiaire de nos temps actuels.

» L'évolution du type se continue de nos jours avec une grande netteté et particulièrement sur les sujets destinés, dès leur naissance, aux courses de vitesse, pour lesquelles ils sont sélectionnés sans cesse par les soins de l'homme et préparés méthodiquement dès leur plus jeune âge.

» Les modifications les plus évidentes de la solipédisation des Équidés dans les temps actuels se constatent sur les métacarpes et les tarses.

» *Unification progressive des métacarpes.* — Les métacarpiens du cheval quaternaire de Solutré comprenaient trois os, un principal et deux rudimentaires, toujours reliés entre eux par un ligament fibreux.

» Sous l'influence des tiraillements répétés, occasionnés par le travail imposé au cheval domestique, le ligament intermétacarpien s'est ossifié sur quelques vieux sujets d'abord, puis sur tous les chevaux d'un âge très avancé.

» A mesure que le travail en mode de vitesse s'est montré plus exigeant et plus précoce, l'ossification intermétacarpienne est devenue progressivement plus hâtive. En 1870, elle n'apparaissait encore qu'entre six et sept ans. Aujourd'hui, elle n'est pas rare sur les chevaux de cinq ans, de quatre, de trois et même de deux ans.

» Et l'*unification* des trois métacarpiens se complète progressivement sur les adultes.

» *Simplification du tarse.*— Dès l'époque quaternaire, le petit cheval de Solutré, comme les Hipparions de Pikermi (A. Gaudry), présente un tarse formé de six os, dont deux cunéiformes.

» Pourtant, les premiers anatomistes vétérinaires, qui étudient des chevaux domestiques, décrivent sept os tarsiens dont trois cunéiformes chez la majorité des chevaux européens de 1700.

» Progressivement, et à mesure que le cheval domestique se transforme

par l'infusion générale du sang arabe et de ses dérivés, les anatomistes vétérinaires voient le nombre des os du jarret du cheval diminuer.

» Actuellement, l'effectif de l'École de cavalerie fournit les résultats suivants :

7 os tarsiens sur	2 pour 100
6 os tarsiens sur	86 »
5 os tarsiens sur	12 »

Cette dernière simplification, due, dans les trois quarts des cas, à l'unification complète des cunéiformes, est un progrès tout récent dans la solipédisation de plus en plus complète des Équidés de l'époque actuelle.

» *Soudures métacarpiennes normales et pathologiques.* — Sous le nom de *suros*, les vétérinaires étudient et traitent une inflammation pathologique des tissus intermétacarpiens, s'accompagnant de boîterie et déterminant une ossification exubérante du ligament lésé.

» Des rapports de toute nature existent entre les suros et l'ossification normale du ligament intermétacarpien.

» Ces rapports de siège, de succession, d'évolution, de fréquence, de causalité, de finalité, etc., établissent entre le processus pathologique et le processus paléontologique des liens si intimes, qu'il est souvent très difficile de différencier leur influence réciproque.

» Le *suros* n'est qu'une hypertrophie pathologique de l'ossification intermétacarpienne devenue normale chez les Équidés de l'époque actuelle.

» *Soudures tarsiennes normales et pathologiques.* — Sous les noms d'*éparvin*, les vétérinaires étudient et traitent une ostéo-arthrite de l'articulation du tarse se compliquant parfois d'exostose.

» Le résultat *constant* de cette inflammation pathologique est une ankylose des os de la base du tarse, ayant des rapports nombreux et intimes avec les soudures congénitales qui ont réduit le nombre des os tarsiens.

» Ces soudures congénitales et pathologiques ont en effet des analogies de forme et de situation allant jusqu'à la confusion possible. Leur juxtaposition est fréquente. Leur fréquence relative est en concordance marquée dans certains milieux, sur certaines races et particulièrement chez les sujets issus plus ou moins directement du pur-sang anglais. Il est impossible de nier leur parenté.

» L'éparvin étant une tare vraiment périlleuse pour la conservation de l'espèce, l'homme doit intervenir pour combattre l'hérédité de ces soudures acquises par évolution normale ou altération pathologique.

» C'est peut-être par ces soudures osseuses de l'appareil locomoteur que

le cheval qui court le mieux aujourd'hui ne pourra plus, dans un avenir encore très éloigné, conserver cette supériorité et confirmera une fois de plus la loi d'Albert Gaudry en laissant sa place à un type moins étroitement spécialisé : l'épuisement d'un type est, en général, d'autant plus complet que son épanouissement a été plus magnifique.... »

BOTANIQUE. — *Sur l'*Acinetospora pusilla *et la sexualité des Tilopteridées.* Note de M. **C. Sauvageau**, présentée par M. Guignard.

« On sait que les Tiloptéridées présentent ce fait, exceptionnel parmi les Phéosporées, de posséder des sporanges monosporés, que l'on appelle généralement des *oogones*.

» En 1878, M. Bornet fit connaître une Tiloptéridée méditerranéenne, l'*Haplospora Vidovichii*, en montrant que ses sporanges uniloculaires sont monosporés comme ceux du *Tilopteris* et de l'*Haplospora*, et non remplis de zoospores comme ceux des *Ectocarpus*. Mais, en 1894, M. Kuckuck a observé chez cette plante, en outre des monosporanges, de vrais sporanges uniloculaires à zoospores, organes inconnus jusqu'alors chez les Tiloptéridées ; ce caractère l'a conduit à créer pour elle le genre *Heterospora*.

» L'ancien *Ectocarpus pusillus*, appelé maintenant *Acinetospora pusilla*, doit aussi être rangé parmi les Tiloptéridées, et il devient la plante du groupe la plus riche en organes reproducteurs. J'ai trouvé à Guéthary ses sporanges uniloculaires, connus jusqu'à présent par une observation unique de M. Bornet, faite sur des exemplaires conservés dans l'alcool. Ils renferment des éléments qui, comme ceux des sporanges pluriloculaires, présentent tous les intermédiaires entre l'état aplanospore et l'état zoospore, ont approximativement les mêmes dimensions, possèdent aussi plusieurs chromatophores, sont également dépourvus de point rouge et, comme eux, germent sans fécondation. En avril dernier et au commencement de mai, j'ai récolté de nombreuses touffes de cette plante sur lesquelles, en outre des sporanges pluriloculaires et uniloculaires, mais en bien plus grande abondance, se trouvent des monosporanges qui lui donnent son caractère de Tiloptéridée. Ces monosporanges ont la même disposition et la même forme que dans l'*Heterospora Vidovichii*, et celui-ci, par raison de priorité, doit désormais s'appeler *Acinetospora Vidovichii*, bien que les sporanges pluriloculaires lui manquent encore pour que le parallélisme soit complet.

» La monospore de l'*A. pusilla* renferme un seul noyau; elle a bien la structure vacuolaire signalée par M. Reinke, et retrouvée par d'autres auteurs, chez la monospore des Tiloptéridées, que l'on s'accorde à considérer comme une oosphère. Cependant, c'est un organe de multiplication végétative, un propagule, et son caractère asexué entraîne la même conséquence pour les autres Tiloptéridées.

» En effet, avant même de sortir du sporange, la monospore est constamment pourvue d'une membrane entière, mince, mais très nette, supprimant toute possibilité de fécondation, exactement comme celle de l'*A. Vidovichii*. De plus, ses dimensions sont plus variables qu'elles ne le sont habituellement chez des oosphères ou même des spores; j'en ai mesuré, par exemple, au moment de la déhiscence, de 76μ sur 44, 60μ sur 50, 60μ sur 37, 36μ sur 27. Enfin, elles germent sans fécondation; leur germination est facile et rapide, et j'ai obtenu un grand nombre de plantules qui, après trois semaines de culture, ont produit de nouveaux monosporanges semblables aux premiers; les monospores obtenues dans les cultures germent à leur tour.

» L'affirmation de la non-sexualité de la monospore étonnera sans doute, car tous les livres classiques de Biologie générale ou de Botanique citent les Tiloptéridées parmi les plantes présentant une différenciation sexuelle bien caractérisée. On pourra objecter que ce n'est là qu'une apparence, due, pour l'*Acinetospora*, à l'absence d'éléments mâles, un cas d'apogamie comparable à ceux bien connus chez d'autres végétaux, les Characées ou les Fougères par exemple. Mais la question est singulièrement plus compliquée quand il s'agit des Phéosporées, et l'apogamie ou la parthénogénèse ont déjà été invoquées pour expliquer la germination des zoospores des sporanges pluriloculaires. D'ailleurs, malgré les recherches réitérées des auteurs, la fécondation n'a été jusqu'à présent observée chez aucune Tiloptéridée, et cependant les prétendues oosphères germent constamment (1).

» On a bien remarqué, il est vrai, que les monospores des Tiloptéridées, plus anciennement connues, sont tantôt uninucléées, tantôt polynucléées, et l'on a cherché à en conclure que les premières sont des oosphères, les secondes, de vraies spores; il est probable que cette différence tient plutôt à une germination plus ou moins rapide de la monospore. Une obser-

(1) C. Sauvageau, *Remarques sur la reproduction des Phéosphorées et en particulier, des* Ectocarpus (*Ann. Sc. nat.*, 8e série, t. II; 1896).

vation récente de M. Brebner à ce sujet prouve définitivement que le *Scaphospora* est la même plante que l'*Haplospora*, comme on le supposait déjà, mais ne nous apprend rien sur la sexualité de la monospore. Je ferai d'ailleurs remarquer que la structure particulière de la monospore des Tiloptéridées correspond beaucoup mieux à celle d'une cellule végétative qu'à celle d'un œuf; elle n'est comparable ni à l'oosphère des *Fucus*, ni à l'oosphère des *Cutleria*, et, si l'on supposait une cellule végétative de Tiloptéridée dans laquelle le protoplasma plus abondant serait réparti suivant des lames plus nombreuses, on obtiendrait une structure reproduisant celle de la monospore; aussi M. Kuckuck a-t-il constaté la même structure dans la propagule du *Choristocarpus* et dans celle des *Sphacelaria tribuloides* et *Plumula*. Par ses propagules, le *Choristocarpus* est intermédiaire entre les Tiloptéridées et les Sphacélariacées; c'est, sous ce rapport, une forme de passage (bien qu'un peu forcée) entre les deux groupes; mais je ferai voir, dans une prochaine Note, que les *Sphacelaria* ont d'autres points communs avec le *Tilopteris*.

» Aussi longtemps que les Tiloptéridées ont montré deux sortes d'organes reproducteurs, anthéridies et monosporanges, on pouvait supposer, avec Thuret, que ceux-ci sont des organes femelles; mais il semble actuellement plus naturel de chercher ces derniers parmi les sporanges uniloculaires ou pluriloculaires. Malheureusement, chez les Tiloptéridées qui possèdent des anthéridies, on n'a pas trouvé, jusqu'à présent, les sporanges uniloculaires ou pluriloculaires, et réciproquement; aussi les anthéridies des *Tilopteris* et de l'*Haplospora* sont-ils des organes dont le rôle est, pour le moment, problématique. Quoi qu'il en soit, comme on connaît des anthéridies, construites, il est vrai, sur un type différent, chez les *Ectocarpus secundus*, *Lebelii* et *Padinæ*, les Tiloptéridées ne peuvent plus constituer avec les Cutlériacées un groupe spécial opposé à l'ensemble des autres Phéosporées, ainsi qu'on l'admet souvent, mais elles doivent être placées au voisinage immédiat des Ectocarpacées, car leur appareil végétatif les en rapproche beaucoup. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la végétation d'une plante verte, le Nostoc punctiforme, à l'obscurité absolue.* Note de M. **R. Bouilhac**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« J'ai montré récemment qu'une Algue, le Nostoc punctiforme, semée dans une solution nutritive minérale, en présence de bactéries fixatrices

d'azote, se développait normalement en décomposant l'acide carbonique aérien; toutefois, il est indispensable que la culture soit régulièrement éclairée.

» Faiblement éclairé, le Nostoc perd, en effet, la propriété de végéter dans une telle solution; mais alors, bien qu'elle reste exposée à une lumière insuffisante, cette plante retrouvera les moyens de se développer si, à la même solution nutritive, on ajoute une matière organique telle que le glucose.

» Cette Algue, le Nostoc, peut donc vivre comme une plante à chlorophylle en décomposant l'acide carbonique aérien, et aussi comme un Cryptogame en assimilant une matière organique.

» Dès lors, la question se pose de savoir si, à l'obscurité absolue, il est encore possible d'obtenir une culture de Nostoc punctiforme.

» *Expérience.* — Je prépare six matras de culture d'une capacité égale à 1^{lit} et, dans chacun d'eux, je verse $0^{lit},5$ de la solution minérale dont j'ai donné la composition, dans une Note précédente.

» Le n° 1, réservé comme témoin, est ensemencé tout de suite avec un fragment de Nostoc recouvert de microbes fixateurs d'azote.

» Avant d'ensemencer de la même manière les cinq autres matras, j'ai introduit dans la solution qu'ils contenaient $2^{gr},5$ de glucose, soit 5^{gr} de glucose par litre de solution.

» Dès la fin du mois d'octobre, ces six matras furent placés dans une boîte en bois dont la face supérieure avait été enlevée et remplacée par deux feuilles de papier noir très épais.

» Avant toutes choses, j'ai constaté qu'une plaque *Lumière*, introduite dans une caisse et laissée vingt-quatre heures, n'y était pas impressionnée, et j'en ai conclu que ma boîte tenait l'obscurité absolue.

» Mes matras furent alors placés dans la caisse, mais, par surcroît de précautions, j'ai rempli les intervalles avec du son desséché et j'ai ajouté assez de son pour que les tampons d'ouate qui bouchaient mes vases en fussent totalement recouverts.

» L'expérience ainsi disposée, j'ai porté cette caisse dans une serre contiguë au laboratoire à la fin du mois d'octobre dernier.

» En hiver, cette serre est chauffée, mais la température est variable.

» Au cours des mois de novembre et décembre, la température de la serre, qui oscillait autour de 20°, montait, par intervalles assez rares et toujours très courts, à 30°.

» J'observais que mes cultures tendaient à se développer seulement lorsque la température montait à 30°, alors qu'à la lumière le Nostoc végète parfaitement dès que le thermomètre marque 20°. Au commencement de janvier, quelques colonies de Nostoc s'étaient seulement développées dans mes vases.

» Dans le courant du même mois et pendant trois semaines consécutives, la serre a été chauffée à 30°.

» Après ce laps de temps, j'ai examiné mes cultures.

» Tous mes vases, sauf le témoin, étaient tapissés par une belle nappe verte de Nostoc qui s'était rapidement développée grâce à cette température élevée.

» J'ai alors enlevé le matras témoin et le matras n° 2 : les résultats suivants ont été consignés.

	Récolte de Nestoc pesée à l'état sec.
Matras n° 1 (témoin).....	néant
» n° 2.....	0gr,025

» A partir du 25 janvier, pour des raisons particulières, la serre fut laissée à une température voisine de 20°. Mes cultures ne se sont plus développées.

» Au 1er mai j'ai mis fin à l'expérience, et voici les résultats que j'ai obtenus :

	Récoltes pesées à l'état sec.
Matras n° 3.....	0gr,024
» n° 4.....	0gr,032
» nos 5 et 6.....	non pesées.

» De l'un de ces matras, j'ai extrait un échantillon des plantes que j'avais ainsi obtenues et l'ai soumis à l'examen de M. Bornet.

» M. Bornet, avec une extrême bienveillance dont je ne saurais trop le remercier ici, a bien voulu examiner ce Nostoc et me transmettre la Note suivante :

» La coloration du Nostoc cultivé à l'obscurité est beaucoup moins intense que celle des échantillons qui se développent à la lumière. La consistance de la masse est plus molle et plus muqueuse.

» L'étude au microscope fournit l'explication de ces différences. Au lieu d'être constituée presque en totalité par le Nostoc, la masse se compose d'un mélange de cette plante avec une bactérie dont les cellules sont plongées dans une gelée molle abondante.

» Les replis nombreux et serrés, pelotonnés en petits amas globuleux qui forment le trichonus du Nostoc, la grosseur de ses articles montrent que le Nostoc est punctiforme. Les articles d'un vert plus pâle que ceux des cultures éclairées, les trichonus, entourés d'une gaine un peu plus épaisse et moins ferme, et divisés en tronçons assez courts, entrecoupés çà et là d'articles décolorés, indiquent que la plante ne se développe pas avec sa vigueur accoutumée. Elle est vivante cependant, puisque les articles se divisent et que l'on trouve beaucoup de spores en germination.

» Abandonnée à l'air libre, la partie de l'échantillon non utilisée pour l'étude est morte après quelques jours, à la température d'une chambre non chauffée.

» Les plantes que j'ai obtenues formaient une nappe d'un beau vert pâle.

» Cette nappe se déchire très facilement quand on agite le vase.

» La matière verte, qui constitue le Nostoc cultivé à l'obscurité, est vraisemblablement une chlorophylle, puisque cette Algue décompose l'acide carbonique aérien; mais, sur ce sujet, pour être plus affirmatif, j'attendrai de connaître les résultats de l'analyse spectrale.

» Dès à présent il m'est possible de formuler la conclusion suivante :

» *Conclusion.* — Le Nostoc punctiforme est une plante verte qui peut se développer à l'obscurité absolue, si elle trouve à sa disposition une matière organique telle que le glucose. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le polymorphisme*. Note de M. **Fred. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« On dit, généralement, qu'un corps est polymorphe quand il est susceptible de cristalliser, dans deux systèmes cristallins différents. Quoiqu'on ajoute immédiatement que les deux formes primitives sont peu différentes l'une de l'autre, cette définition, outre qu'elle a l'inconvénient d'être en contradiction avec la loi régissant le polymorphisme, a eu pour conséquence de faire admettre sans discussion ce principe, que deux cristaux d'un même corps, appartenant au même système cristallin, ont les mêmes éléments de symétrie. Pour déterminer la symétrie d'un corps cristallisé, on détermine la symétrie de ses différentes formes cristallines, et l'on attribue à ce corps et à tous ses cristaux la symétrie de la forme cristalline ayant la symétrie la moins élevée. Cette extension peut être exacte, mais elle peut être erronée, comme le montrent les exemples suivants :

» Le *nitrate de plomb*, qui est cubique, donne généralement des cristaux ayant pour éléments de symétrie $3A^2, 4L^3$, comme le montrent les formes cristallines, tétraèdre et dodécaèdre pentagonal, ainsi que les figures de corrosion : sur la face du tétraèdre, on obtient, en effet, des pyramides triangulaires indiquant l'existence d'un axe ternaire perpendiculaire à la face. Mais le plan perpendiculaire à cette face, et passant par une arête de la pyramide, n'est pas perpendiculaire sur l'arête du tétraèdre, ce qui indique l'absence de plan de symétrie.

» Mais si l'on fait évaporer lentement une dissolution de nitrate de plomb, de façon à obtenir de petits cristaux de 2^{mm} de côté en cinq ou six jours, ces cristaux présentent comme formes cristallines les faces du tétraèdre, du cube et d'un tétrahexaèdre. Suivant les conventions ordinaires, cette dernière forme devrait être considérée comme résultant de la juxtaposition des deux dodécaèdres pentagonaux; or si l'on fait naître les figures de corrosion sur les faces du tétraèdre, on obtient toujours des pyramides triangulaires régulières; mais, dans ce cas, le plan perpendiculaire à la

face du tétraèdre passant par une arête de la pyramide est perpendiculaire sur l'arête du tétraèdre ; de même les figures de corrosion obtenues sur toutes les faces tangentes aux arêtes du tétraèdre possèdent un plan de symétrie coïncidant avec l'un de ceux du tétraèdre.

» Il faut donc bien admettre que ces cristaux ont pour éléments de symétrie $3A^2$, $4L^3$, $6P$. Je ferai remarquer que les deux sortes de cristaux ont, conformément à la théorie, même densité et, par suite, sensiblement même indice de réfraction, comme l'indique la loi de Gladstone.

» La *cuprite*, également cubique, est considérée comme hémisymétrique, parce que Miers a observé de beaux hémi-hexoctaèdres de cette substance. Or, à Chessy, on trouve des octaèdres, des rhombododécaèdres auxquels, par extension, on attribue les mêmes éléments de symétrie. Or sur la face du cube on obtient, comme figures de corrosion, des pyramides quadratiques régulières dont les sommets sont opposés aux côtés du cube, sur la face de l'octaèdre des pyramides triangulaires régulières dont les côtés sont parallèles aux arêtes de l'octaèdre, sur les faces b^1 des pyramides à base losangique, ayant deux plans de symétrie coïncidant avec ceux de la forme cristalline, etc. Il est donc bien certain que ces cristaux de Chessy possèdent des plans de symétrie; autrement dit, ils sont holoédriques.

» Le *chlorure de sodium* cristallise généralement en cubes et, sur certains, M. Gill a observé des figures de corrosion indiquant d'une façon certaine, comme M. Groth a bien voulu me le confirmer, une hémiédrie holoaxe. Or des cristaux de cette substance, obtenus par cristallisation lente et traités par l'alcool absolu, ont présenté des figures de corrosion de la plus grande netteté, démontrant l'existence de plans de symétrie, c'est-à-dire de l'holoédrie.

» Le *quartz*, comme je l'ai montré, est au moins dimorphe en ce sens que, le système réticulaire étant hexagonal, comme l'a établi M. Wyrouboff, ce sont tantôt les axes binaires de première espèce, tantôt ceux de seconde espèce qui se retrouvent dans l'édifice cristallin : les particules fondamentales de certains cristaux ont subi une rotation de 30° autour de l'axe sénaire relativement aux particules des autres cristaux ; les propriétés optiques ne sont naturellement pas modifiées.

» Ces exemples suffisent à montrer que les conséquences relatives à la symétrie, tirées de l'étude d'un cristal d'une substance, ne peuvent, sans discussion, être étendues à tous les cristaux de cette substance, et que le polymorphisme doit être considéré comme une propriété possédée par les particules fondamentales de certains corps de se grouper de façon à donner naissance à des édifices cristallins n'ayant pas la même symétrie. L'observation nous apprend que, pour un corps déterminé, le système réticulaire reste le même ; cependant, dans certains cas, quand l'appauvrissement en éléments de symétrie est poussé assez loin, les conditions d'équilibre ne peuvent être satisfaites que moyennant une légère déformation du système réticulaire. Une simple mesure d'angle suffit alors pour déceler le poly-

morphisme; c'est pourquoi ces cas sont bien connus, tandis que les cas normaux sont passés inaperçus.

» Il y aura peut-être lieu, d'ailleurs, de généraliser encore la définition du polymorphisme, malgré le sens étymologique du mot. Tout en restant groupées autour des mêmes éléments de symétrie, les particules fondamentales sont peut-être susceptibles, pour certains corps, d'avoir plusieurs positions d'équilibre. Il en résulterait des cristaux ayant même symétrie, mêmes formes cristallines, même densité, mais différents par leurs autres propriétés.

» Tel serait le cas de l'orthose, offrant deux variétés différant par l'orientation du plan des axes optiques. On passe de l'une des positions d'équilibre à l'autre par une élévation de température; mais, comme les deux états sont stables à la température ordinaire, les deux édifices cristallins, ayant même système réticulaire, peuvent se mélanger dans le même cristal, comme cela a été constaté. Il y a, d'ailleurs, une troisième position d'équilibre, dans laquelle le plan et l'axe de symétrie n'existent plus, disparition qui est accompagnée d'une légère déformation (16′ sur l'angle pg^1) du réseau. »

GÉOLOGIE. — *Examen d'un combustible minéral au moyen des rayons de Röntgen*. Note de M. **H. Couriot**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Les rayons X fournissent un moyen instantané et sûr d'être fixé sur la pureté d'un combustible minéral.

» Le diamant et le bois étant perméables aux rayons, alors que la silice et les silicates ne sont pas traversés par ceux-ci, il y avait lieu de présumer que les combustibles minéraux laisseraient passer les rayons cathodiques, mais qu'en revanche les matières siliceuses, donnant naissance aux cendres dans la combustion, s'opposeraient au passage de ces rayons dans tous les points où elles se trouveraient groupées, formant un obstacle d'autant plus impénétrable qu'elles seraient plus abondantes.

» On constate immédiatement ce phénomène en soumettant un combustible quelconque aux rayons X devant un écran radioscopique. Dans les essais que j'ai faits sur l'anthracite, la houille, le lignite, la tourbe, le coke et les agglomérés, j'ai toujours vu apparaître, dans tous ses détails, la structure intime de la partie minérale du combustible : le moindre

fragment de schiste ou la barre la plus fine, invisibles à l'œil nu, se sont révélés aussitôt sur l'écran, soit par une tache noire, soit par une bande sombre au milieu de la partie éclairée par les rayons; enfin le passage de la houille pure à la houille schisteuse, puis au schiste proprement dit, peut se suivre, de proche en proche, accusant ainsi, à la fois, les variations intimes de composition et de pureté de la matière aux divers points considérés, ainsi que la puissance de la méthode d'investigation.

» Les agglomérés, vu le mélange de leurs éléments, affectent l'apparence d'un conglomérat; dans le coke on voit apparaître, sous la forme de taches noires, les grains de sulfure de fer provenant de la pyrite.

» Il n'est pas nécessaire, en raison de la grande perméabilité du charbon, de tailler les échantillons en blocs réguliers; les fragments grossiers que fournit, le plus souvent, le clivage naturel de la houille, suffisent amplement pour en apprécier la pureté. En un mot, la méthode que j'ai suivie, au lieu de donner une teneur moyenne en cendres des combustibles, comme le fait l'analyse chimique, fournit instantanément le squelette minéral de la substance charbonneuse, tout en conservant l'échantillon intact.

» Les radiographies que je soumets à l'Académie ont été obtenues avec une bobine de $0^m,25$ d'étincelle, munie d'un interrupteur indépendant et au moyen d'un tube de Villard; le temps de pose a été de cinq minutes, les échantillons employés mesuraient de 3^{cm} à 5^{cm} d'épaisseur. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Régime du bassin artésien de l'Oued Rir' (Sud algérien) et moyens de mieux utiliser ses eaux d'irrigation.* Note de M. **Georges Rolland**, présentée par M. de Lapparent.

« Tout le monde connaît aujourd'hui de réputation le bassin artésien de l'Oued Rir', dans le Sahara constantinois, bassin dont de nombreux sondages ont révélé les richesses en eaux souterraines et qui assure, par les irrigations, la prospérité des oasis du même nom.

» J'ai décrit avec grand développement, dans mon *Hydrologie du Sahara algérien* (1), le gisement aquifère de l'Oued Rir', le régime de ses eaux jaillissantes, leur répartition sous forme d'artère allongée, leurs modes d'alimentation, leur écoulement souterrain, les facteurs de leur volume et de leur pression, etc. Entre autres questions, il en est une sur

(1) Imprimerie nationale, 1894 (Challamel, éditeur). — *Géologie du Sahara*, 1890.

laquelle je crois opportun de revenir, après une expérience qui a été poursuivie pendant trente-sept années (1), c'est celle de la limitation des sondages, et je voudrais signaler, en outre, la possibilité de mieux utiliser souvent les eaux déjà fournies par les puits actuels.

» Autant je crois, disais-je en 1889, que le bassin de l'Oued Rir', *pris dans son ensemble,* est encore loin d'être arrivé à la limite du débit maximum dont il est capable, *si l'on dirige de préférence les recherches vers les parties vierges du bassin,* autant je reconnais que la limite est atteinte aujourd'hui dans plusieurs districts : par exemple, dans la plupart des oasis indigènes de la région centrale.

» Chaque année, depuis lors, nouvelle série de sondages; mais, rarement, comme je le recommandais, « à une certaine distance des oasis » existantes, dans des régions où l'artère artésienne n'a auparavant subi » aucune saignée, ainsi que mes amis et moi avons procédé exclusivement » dans nos créations agricoles de l'Oued Rir' ». Le plus souvent, les indigènes, après avoir étendu inconsidérément leurs plantations, s'aperçoivent que leurs irrigations sont devenues insuffisantes et demandent encore des puits dans des régions où il en existe déjà, et parfois à proximité (ainsi à 300^{m}, 200^{m} même), comme si la nappe était inépuisable. N'était l'influence tutélaire de M. Jus, l'ingénieur faisant autorité qui, depuis 1856, dirige l'œuvre des sondages de l'Oued Rir', on eût été entraîné à des exagérations regrettables.

» Assurément, chaque campagne n'a cessé d'augmenter le volume des eaux disponibles : à ce jour, on n'évalue pas à moins de 350 000^{lit} par minute le débit total des puits jaillissants, français et indigènes, de l'Oued Rir'. Toutefois, je ne dirais plus que l'augmentation annuelle est « à peu » près proportionnelle au nombre de nouveaux puits forés ». En 1889, pour 127 puits tubés, le débit moyen par minute était de 1607^{lit}; aujourd'hui, pour 175 puits, il n'est que de 1363^{lit}. Même dans la région centrale, la mieux dotée, il s'est abaissé.

» Auparavant, les sondages ayant réagi sur les puits existants n'étaient que des exceptions. Maintenant on en cite davantage, qu'on se soit placé trop près ou trop en contre-bas (2). En avril dernier, comme j'étais dans

---

(1) De juin 1856 à mai 1866, d'avril 1870 à juin 1870, d'avril 1874 à ce jour.

(2) En 1893, un puits de Tiguedidin a tari presque complètement à la suite d'un sondage à Djama, à 600^{m} et à 5^{m} en contre-bas. En 1897, le n° 1 d'El Kessour a baissé de moitié à la suite d'un sondage à 350^{m} (bien que l'orifice eût été relevé de 1^{m}).

l'Oued Rir', le sondage n° 5 d'Ourlana (1) a jailli en donnant 3000^{lit}, et aussitôt l'on prétendit qu'il avait fait baisser de plus de moitié le n° 2 de cette oasis, à 500^{m} environ (2); en réalité, celui-ci avait déja fortement diminué par suite de dégradations. Après enquête, et sans me faire l'écho de certaines alarmes, je dirai que le moment est venu d'être circonspect.

» Mais, d'abord, est-il possible d'augmenter le volume des eaux d'irrigation sans recourir à de nouveaux sondages? Simplement en mieux utiutilisant les eaux déjà disponibles? Oui, dans beaucoup de cas. En raison de la nature généralement sableuse des terrains, il se perd par infiltration beaucoup d'eaux courantes, principalement le long des canaux amenant l'eau des puits aux rigoles d'arrosage secondaires et tertiaires, et surtout quand ils sont sur remblais ou passent près de fossés de drainage.

» Pour remédier à ce gaspillage, j'ai inauguré, depuis quelques années, dans l'Oued Rir', un système de canalisation qui constitue un réel progrès pour l'Hydraulique agricole des oasis sahariennes. Avec certaines argiles et marnes sableuses qui affleurent par place dans la région, j'ai réussi à faire fabriquer des caniveaux et des tuyaux en terre cuite. Ces caniveaux ont de 30^{cm} à 40^{cm} de diamètre; ajustés bout à bout, avec joints de recouvrement cimentés, ils donnent des conduits bien étanches. J'ai fait canaliser ainsi 4741^{m} dans les trois oasis créées par la *Société agricole du Sud algérien* (Ourir, Sidi-Yahia et Ayata), et nous avons récupéré plus de 4000^{lit} par minute (soit 25 pour 100 du débit). Notre exemple a déjà été suivi à Tougourt, et la même pratique pourra être généralisée : j'ai confiance que M. le Commandant supérieur Pujat y encouragera les indigènes.

» Un autre progrès serait de réemployer une partie des eaux qui, après avoir servi aux arrosages, s'écoulent dans les fossés de drainage et vont se perdre dans les chotts; bien que plus salées, elles pourraient souvent servir une seconde fois, et leur appoint serait utile, surtout en été. On y arriverait en maint endroit, soit en les dirigeant vers des terrains situés en contre-bas, soit en les reprenant au moyen d'instruments élévatoires.

» Grâce à ces deux moyens, on arriverait peut-être peu à peu à augmenter de 50 pour 100 le volume des eaux d'arrosage dans l'Oued Rir', et

---

(1) A signaler ici un moule d'*Helix semperiana*, var., retiré par M. le lieutenant Jost entre 53^{m},60 et 58^{m}. Même fossile qu'à Mraïer et à la même profondeur. — *Pliocène inférieur de l'Oued Rir'* (Voir ma *Géologie du Sahara*, p. 136, 178 et 204).

(2) Par contre, le n° 4 d'Ourlana, foré en 1888 à 200^{m} du même puits, ne l'avait pas influencé (non plus que le puits peu distant de Tala-em-Mouïdi).

cela sans nouvel emprunt à la nappe. Ce serait accroître d'autant le rendement de la région, sans entamer davantage son capital artésien.

» Cela posé, il est clair que, maintes fois, rien ne pourra tenir lieu de sondages. Mais il importe, avant tout, de ne pas compromettre ce qui est acquis. Impossible de formuler une règle absolue quant aux distances à observer; cela dépend des districts et du nombre des puits environnants. On peut soutenir que, même quand on ferait baisser un autre puits, la somme des deux débits sera supérieure, et que, finalement, il y aura gain pour l'intérêt général. A quoi je répondrai qu'il n'est pas équitable qu'un propriétaire soit exposé à se voir soutirer son eau. D'ailleurs, l'intérêt public sera lésé si le sondage est placé dans un bas-fond et n'a qu'un rayon d'irrigation restreint, — d'où diminution de la surface productive, — s'il doit desservir de jeunes plantations qui ne seront guère en plein rapport que dans douze ans, — d'où diminution de la production générale, etc.

» A mon sens, les eaux artésiennes de l'Oued Rir' devraient être considérées comme d'intérêt public et réglementées en conséquence. Mais des mesures trop restrictives seraient sans doute mal comprises des indigènes, et, pour le moment, le plus simple et le plus prudent est d'instituer, ainsi que M. Jus l'a demandé en 1889, et que je l'avais proposé moi-même, d'accord avec lui, dès 1887 (1), une Commission locale de surveillance, qui serait chargée d'examiner l'opportunité des nouveaux puits projetés (sondages ou puits indigènes) et de fixer leurs emplacements, en tenant compte des besoins réels d'irrigation et des conséquences à prévoir sur les puits préexistants. Il y a lieu d'espérer que cette mesure conservatoire suffirait à sauvegarder la situation actuelle du bassin artésien de l'Oued Rir', sans entraver les recherches là où elles sont encore possibles et désirables pour le développement graduel de la région. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la répartition du gluten et de ses principes immédiats dans l'amande farineuse du grain de froment.* Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Schlœsing.

« Le principe général sur lequel est établi le fonctionnement des engins modernes de mouture repose sur la division de l'amande du grain en un certain nombre de parties, dont la situation se déplace progressivement en

(1) *L'Oued Rir' et la Colonisation française au Sahara*. Challamel; 1887.

allant du centre à la périphérie, c'est-à-dire en se rapprochant de plus en plus de la face interne de l'enveloppe ou du son. On peut se demander si ces portions, ainsi séparées par les opérations successives du broyage et du convertissage, ont, au point de vue de la teneur en gluten, une composition identique, et si, dans chaque cas, ce gluten a lui-même une qualité égale, cette qualité, ainsi que je l'ai montré précédemment, étant définie par le rapport de la gluténine à la gliadine qu'il contient (1). J'ai essayé de résoudre cette question, et les résultats auxquels cette étude m'a conduit sont de nature à intéresser à la fois l'agriculture et l'industrie de la meunerie.

» Dans son remarquable travail sur la composition du grain de froment (2), mon regretté maître, Aimé Girard, a montré qu'il existe, touchant à la face intérieure de la membrane à diastases, une partie de l'amande contenant une proportion de gluten plus grande que celle qu'on rencontre dans la zone centrale. Cette dernière partie étant cependant celle qui est seule transformée en farine panifiable, l'autre étant emportée avec le son, c'est elle que j'ai par conséquent étudiée, après l'avoir, au moyen d'artifices de mouture qu'il serait trop long de décrire ici (3), divisée en trois parties dont la situation se déplace successivement du centre vers la périphérie du grain. Ces différentes parties ont été pesées et analysées séparément. Six variétés différentes de blé ont été soumises à ce contrôle, et les Tableaux suivants donnent les résultats obtenus pour trois d'entre elles :

Blé gris de Saint-Laud (France).

	Rendement à la mouture.	Gluten pour 100 de farine.	Composition du gluten : Gluténine.	Gliadine.
2e et 3e broyages.....	19,90	7,37	22,94	77,06
4e broyage.....	27,07	7,71	29,80	70,20
5e broyage.....	24,51	9,51	31,55	68,45

Extraction = 71,48 pour 100 du poids du blé.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 327.
(2) *Annales de Physique et de Chimie*, 6e série, t. III, p. 326; 1884.
(3) *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*; mai 1898.

Blé choice white Bombay (Indes).

	Rendement à la mouture.	Gluten pour 100 de farine.	Composition du gluten : Gluténine.	Gliadine.
2e et 3e broyages.....	23,33	8,03	26,53	73,47
4e broyage.....	26,36	8,29	26,39	73,61
5e broyage.....	23,33	10,24	39,16	60,84

Extraction = 73,02 pour 100 du poids du blé.

Blé Oulka de Bessarabie (Russie).

	Rendement à la mouture.	Gluten pour 100 de farine.	Composition du gluten : Gluténine.	Gliadine.
2e et 3e broyages.....	23,50	10,88	26,93	73,07
4e broyage.....	18,15	11,33	29,20	70,80
5e broyage.....	25,60	13,22	34,00	66,00

Extraction = 67,25 pour 100 du poids du blé.

» De l'examen des Tableaux précédents on peut tirer de nombreuses conclusions dont voici les principales :

» 1° La richesse en gluten du grain de froment et la qualité de ce gluten peuvent être différentes suivant la variété à laquelle on s'adresse;

» 2° Quelle que soit la variété soumise à la mouture, la quantité de gluten va en augmentant du centre à la périphérie de l'amande farineuse et ce gluten est d'autant plus riche en gluténine qu'on se rapproche plus de la face interne du son.

» Au point de vue pratique, ces conclusions ont des conséquences importantes. Si, en effet, à l'aide des chiffres précédents et d'autres qui ne sont pas indiqués ici, on calcule les quantités de gluten, de gliadine et de gluténine contenues dans 100 parties de grain de provenances diverses, ces quantités peuvent être, pour les blés tendres, enfermées entre les limites extrêmes suivantes :

	Gluten pour 100 de grain.	Composition du gluten : Gluténine.	Gliadine.
Blé Goldendrop.....	6,17	1,37	4,80
Blé Oulka de Bessarabie.....	10,13	3,17	6,96

» Il résulte de ces analyses que, si l'on considère d'abord les blés entiers, il est impossible de leur assigner à l'avance, du moins jusqu'à présent, une valeur boulangère déterminée, chaque variété pouvant être, suivant les cas, soit trop riche en gliadine, soit au contraire trop riche en gluténine. Le rapport de la gluténine à la gliadine étant, dans le cas le plus favorable, égal à $\frac{25}{75}$, on voit, en effet, qu'il devient $\frac{25}{87}$ dans le cas du blé Goldendrop et $\frac{25}{55}$ dans le cas du blé Oulka de Bessarabie.

» Si l'on examine de même les farines que chaque variété de blé pourra fournir à la mouture, on voit aussi qu'elles pourront être divisées en catégories dont chacune forme séparément une portion importante du poids du grain et présente aussi une qualité boulangère variable suivant la partie de l'amande dont elle provient.

» Pour corriger les défauts reconnus et obtenir des produits farineux de qualité définie, on voit donc qu'on pourra procéder de deux façons différentes : faire ou des mélanges rationnels des diverses variétés de blé destinées au broyage, ou des mélanges également rationnels des produits de chaque variété séparés à la mouture.

» C'est là d'ailleurs une question sur laquelle je reviendrai sous peu, lorsque je publierai les résultats des analyses des blés français et étrangers faites en collaboration avec mon regretté maître Aimé Girard, et qui, dans quelques jours, seront complètement terminées. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence de l'asphyxie sur la teneur du sang en oxyde de carbone. Production d'oxyde de carbone dans l'organisme.* Note de M. **Maurice Nicloux** (1), présentée par M. Henri Moissan.

« La proposition suivante étant formulée :

» Si par un moyen quelconque on arrive à diminuer l'oxyde de carbone du sang dans des proportions très notables et si, dans l'heure suivante, on voit la proportion d'oxyde remonter à la normale, la seconde hypothèse indiquée dans ma première Communication (2), à savoir : Production d'oxyde de carbone par l'organisme lui-même, sera, je crois, suffisamment justifiée.

» Or ce moyen existe. J'ai reconnu, en effet, que l'asphyxie amène une

(1) Travail du laboratoire de Physiologie générale au Muséum.

(2) *Comptes rendus*, 23 mai 1898.

diminution de l'oxyde de carbone du sang; si l'on a soin de ne pas pousser l'asphyxie jusqu'à la mort, on retrouve, après trois quarts d'heure à une heure de respiration à l'air libre, la proportion d'oxyde de carbone déterminée primitivement dans le sang, et l'accroissement dans l'heure qui suit l'asphyxie ne peut en aucune façon être expliquée par l'oxyde de carbone contenu dans l'air. Voici d'ailleurs le résumé des expériences qui toujours se sont montrées concordantes.

» *Expérience I.* — Chien 10^{kg}. Canule dans l'artère fémorale :

	Pour 100^{cc}.
Oxyde de carbone du sang normal	0,13
Asphyxie d'une durée de cinq minutes: CO du sang de l'asphyxie	0,08
L'animal respire à l'air libre durant quarante minutes : CO du sang de l'asphyxie	0,14
Une heure après, asphyxie et mort : CO du sang de l'asphyxie	0,06

» L'asphyxie a donc fait baisser de 0,13 à 0,08 et de 0,14 à 0,06 la proportion d'oxyde de carbone dans le sang; d'autre part, la respiration à l'air libre pendant quarante minutes a fait élever la proportion de CO de 0,08 à 0,14.

» *Expérience II.* — Chien 9^{kg},5. Canule dans l'artère fémorale :

	Pour 100^{cc}.
Oxyde de carbone du sang normal	0,17
Asphyxie d'une durée de quatre minutes quarante-cinq secondes : CO du sang de l'asphyxie	0,07
L'animal respire à l'air libre durant une demi-heure : CO du sang de l'asphyxie	0,14
Une heure après, asphyxie et mort : CO du sang de l'asphyxie	0,03

» *Expérience III.* — Chien 10^{kg}. Canule dans l'artère fémorale :

	Pour 100^{cc}.
Oxyde de carbone du sang normal	0,15
Asphyxie d'une durée de six minutes : CO du sang de l'asphyxie	0,06
On rend l'air, un quart d'heure après la fin de l'asphyxie : CO	0,09
Trois quarts d'heure après : CO	0,13
Une heure après, asphyxie et mort: CO du sang de l'asphyxie	0,03

» Les expériences suivantes montrent que l'air confiné produit le même résultat.

» *Expérience IV.* — Chien 7^{kg}, respirant dans un gazomètre contenant 50^{lit} d'air non renouvelé pendant toute la durée de l'expérience qui a duré une heure; on a :

	Pour 100^{cc}.
Oxyde de carbone du sang normal	0,13
Oxyde de carbone après asphyxie	0,02

» *Expérience V.* — Chien 10^{kg},500.

Oxyde de carbone du sang normal	0,12

» Respire durant une demi-heure 50^{lit} d'air non renouvelé.

» Après cette demi-heure l'animal est fort malade; prise de sang.

	Pour 100cc.
Oxyde de carbone.....	0,03

» L'animal respire ensuite à l'air libre trois quarts d'heure.

Oxyde de carbone.....	0,10

» Deux heures après la fin de l'asphyxie.

Oxyde de carbone.....	0,13

» Or, durant cette dernière expérience, quelques litres de l'air du laboratoire, respirés par l'animal, passaient en même temps sur l'acide iodique anhydre; j'ai pu déceler ainsi une petite quantité d'iode provenant de la réduction de l'acide iodique. Dans ces conditions, si l'on suppose que le gaz qui a produit la réduction de l'anhydride iodique est entièrement formé d'oxyde de carbone, la proportion serait de $\frac{1}{300000}$ à $\frac{1}{400000}$; c'est donc là un maximum.

» Or, si l'on applique la loi d'absorption donnée par M. Gréhant (*Comptes rendus*, 8 novembre 1897), l'oxyde de carbone absorbé par 100cc de sang, pendant une demi-heure, serait pour le mélange à $\frac{1}{300000}$ de 0cc,02, quantité bien inférieure à celle trouvée expérimentalement.

» L'asphyxie faisant donc disparaître l'oxyde de carbone du sang normal, je me suis demandé si elle ferait disparaître l'oxyde de carbone introduit artificiellement par respiration de mélanges d'oxyde de carbone et d'air. L'expérience s'est montrée négative pour des quantités notables, positive pour de petites quantités.

» *Expérience I.* — Chien profondément intoxiqué. CO pour 100cc : 13cc,4 (mesure faite au grisoumètre de M. Gréhant).

» Asphyxie d'une durée de cinq minutes. CO pour 100cc : 13cc,5 (la différence entre les deux chiffres est de l'ordre d'erreur d'expérience).

» *Expérience II.* — Chien 7kg. Canule dans l'artère carotide.

	Pour 100cc.
CO du sang normal.....	0,12

» On fait respirer pendant une demi-heure un mélange à $\frac{1}{20000}$ envir.

CO.....	0,37

» Immédiatement après la prise de sang, asphyxie et mort.

CO du sang de l'asphyxie.....	0,09

» *Expérience III.* — Chien 13kg,5. Canule dans l'artère fémorale.

CO du sang normal.....	0,11

» On fait respirer pendant douze minutes un mélange à $\frac{1}{10000}$ envir.

Pour 100cc.

CO..... 0,28

» Asphyxie d'une durée de quatre minutes trente secondes.

CO..... 0,15

» Respiration à l'air libre, quarante-cinq minutes après.

CO..... 0,15

» *Expérience IV.* — Chien 6kg,5. Canule dans l'artère carotide.

CO du sang normal..... 0,08

» On fait respirer pendant une demi-heure un mélange à $\frac{1}{20000}$ envir.

CO..... 0,35

» Immédiatement après la prise de sang, asphyxie et mort.

CO..... 0,15

» *Conclusions.* — Des faits actuellement connus, ainsi que des expériences qui font l'objet de cette Note et de la précédente et dont une étude critique (1) sera publiée dans un Mémoire plus étendu, on peut tirer les conclusions suivantes :

» Le sang renferme un gaz combustible (N. Gréhant). Ce gaz contient de l'hydrogène, du formène (N. Gréhant), de l'oxyde de carbone (L.-G. de Saint-Martin); je crois avoir montré que ce dernier gaz ne vient pas de l'air, mais serait un composé élaboré normalement par l'organisme. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur les ostioles du système cérébro-spinal.* Note de M. **J.-J. Andeer.**

« Après avoir étudié et décrit en détail les ostioles des gaines et des nerfs périphériques, j'ai cherché à les suivre à travers les os du corps animal.

» Pour cela, j'ai ramolli le système osseux des pièces anatomiques en

(1) Je montrerai notamment que l'on est en droit de compter comme oxyde de carbone seul le gaz qui, extrait du sang, par l'acide acétique dans le vide, donne, par son passage sur l'acide iodique anhydre, une réduction de cet acide avec mise en liberté d'iode.

employant ma méthode à la phloroglucine mélangée à l'acide chlorhydrique en solution aqueuse. Ce procédé a pour résultat de ne pas déranger, par les secousses inévitables avec les autres méthodes, la disposition topographique de ces organes si délicats.

» J'ai pu ainsi suivre les nerfs périphériques à travers les os, jusqu'à leur insertion au tronc cérébro-spinal.

» L'examen de toutes les gaines et de leur contenu, soit dans le cerveau, soit dans la moelle épinière, m'a permis d'observer encore l'existence de l'appareil ostiolique.

» Le fourreau méningé qui tapisse le tronc neural comme le péritoine tapisse la masse viscérale, et enveloppe le système nerveux comme la séreuse enveloppe les entrailles, est partout humecté, ou même irrigué par le jeu des appareils ostioliques.

» Il en résulte que ce fourreau méningé cérébro-spinal forme des coussins entre la charpente osseuse et la substance nerveuse cérébrale et cérébro-spinale pour adoucir les frottements et amortir les chocs avec la paroi osseuse, la dure-mère ou la substance nerveuse du voisinage. Afin que les contre-coups au tronc cérébro-spinal, encore plus dur que les méninges, soient réduits à leur minimum, le péridyme, soit du cerveau, soit de la moelle épinière, est doté partout d'un riche appareil ostiolique qui disperse, jusque dans la substance nerveuse elle-même, les liquides lubrifiants indispensables.

» J'ai observé les ostioles dans les organes cérébraux-spinaux et jusque dans leurs unités, dans le péridyme et dans les ganglions vitaux.

» Comme le péridyme à l'état normal est partout tapissé d'un épithélium fenêtré par des ostioles, l'épendyme l'est aussi avec cette seule différence qu'il est muni de cils vibratiles le long du canal central de la moelle épinière.

» Ces observations microscopiques montrent clairement que le liquide cérébro-rachidien, qui, à l'état normal, persiste depuis la naissance jusqu'à la mort de l'animal, procède de l'appareil ostiolique.

» On trouve donc ici une réponse à cette question : Est-il possible que le liquide cérébro-rachidien ou cérébro-spinal existe sans voies préformées?

» Non, ces voies existent, c'est à travers les ostioles que coule le liquide vital de la colonne neurale. Celles-ci jouent le même rôle dans cette partie de l'organisme que dans celles précédemment étudiées, par exemple dans la chambre de l'œil (*humor aqueus*) et dans l'oreille interne (endolymphe

et périlymphe), dans la cavité du sac amniotique et des autres enveloppes et accessoires (membranes et réservoirs), dans les enveloppes embryonnaires, dans divers kystes congénitaux et les hydatides dites *de Morgagni*, etc.

» Le liquide qu'elles répartissent n'est d'ailleurs pas autochtone; il provient d'un autre appareil que je décrirai plus tard et qui alimente les ostioles du corps organique.

» Pour s'en assurer, on n'a qu'à injecter dans cet appareil certaines couleurs en solution et convenablement préparées pour colorer tout d'un coup le système cérébro-spinal comme si on l'avait plongé directement dans la teinture.

» La méthode que j'ai employée permet de colorer le système cérébro-spinal sans le déplacer ni le découper, comme on le faisait par les méthodes jusqu'ici en usage, et de constater en même temps l'ubiquité des ostioles dans l'ensemble du système nerveux. La couleur se répand comme la sève dans un arbre depuis ses radicules jusqu'à l'extrémité de la dernière feuille. »

M. G. Perry adresse une Note « Sur un déplacement de l'éther pouvant produire la karyokinèse ».

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 mai 1898.

Leçons de Géographie physique. Deuxième édition, par Albert de Lapparent, Membre de l'Institut, Professeur à l'École libre des Hautes Études. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. 25 mai 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1898. N° 3. Mars 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-4°.

Études sur les goniatites, par Émile Haug, Maître de conférences de Géologie à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. (Extrait des *Mémoires de la Société géologique de France.*) Paris, 1898; 2 vol. in-4°. (Présentés par M. Gaudry.)

Le piastre marginali della protosphargis Veronensis, par le professeur Giovanni Capellini. Bologna, Gamberini e Parmeggiani, 1898; 1 broch. in-8°. (Présentée par M. Gaudry.)

Leçons de Clinique médicale faites à l'hôpital Saint-Éloi, de Montpellier. Novembre 1895 à mars 1898. Troisième série, par le Dr J. Grasset, professeur de Clinique médicale à l'Université de Montpellier. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

De l'Urée, par le Dr Ch. Quinquaud. Paris, Maloine, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.) Renvoyé au concours Montyon (Médecine et Chirurgie.)

Les lois du mouvement énergétique dans les muscles en contraction volontaire statique. Nouvelles méthodes pour l'étude des phénomènes physico-chimiques de la respiration, par M. J. Tissot, Lauréat de l'Institut et de l'Académie de Médecine, etc. Paris, Masson et Cie, 1 broch. in-8°. [(Présentée par M. Chauveau; renvoyée au concours Montyon (Médecine et Chirurgie).]

Remarques sur le problème de la navigation aérienne, par M. A. Duroy de Bruignac, Ingénieur des Arts et Manufactures. (Extrait des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*. Mars 1898.) Paris, 1898; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Cantor lectures on gutta-percha, by Dr Eugène F.-A. Obach, F. I. C., F. C. S.; M. I. E. E. London, 1898; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 23 mai 1898.)

Page 1532, ligne 17, *au lieu de* Note de MM. A. Gonnard et Adelphe, *lisez* Note de M. F. Gonnard et frère Adelphe.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
.....	Ferren frères.
.....	Chaix.
	Jourdan.
	Ruff.
.....	Courtin-Hecquet.
.....	Germain et Grassin.
	Lachèse.
.....	Jérôme.
.....	Jacquard.
.....	Feret.
	Laurens.
	Muller (G.).
.....	Renaud.
.....	Derrien.
	F. Robert.
	J. Robert.
	Uzel frères.
.....	Jouan.
.....	Perrin.
.....	Henry.
	Marguerie.
.....	Juliot.
	Ribou-Collay.
.....	Lamarche.
	Ratel.
	Rey.
.....	Lauverjat.
	Degez.
.....	Drevet.
	Gratier et Cie.
.....	Foucher.
.....	Bourdignon.
	Dombre.
.....	Thorez.
	Quarré.

	chez Messieurs :
Lorient.....	Baumal.
	Mme Texier.
Lyon.....	Bernoux et Cumin.
	Georg.
	Côte.
	Savy.
	Vitte.
Marseille.....	Ruat.
Montpellier.....	Calas.
	Coulet.
Moulins.....	Martial Place.
Nancy.....	Jacques.
	Grosjean-Maupin.
	Sidot frères.
Nantes.....	Loiseau.
	Veloppé.
Nice.....	Barma.
	Visconti et Cie.
Nimes.....	Thibaud.
Orléans.....	Luzeray.
Poitiers.....	Blanchier.
	Marche.
Rennes.....	Plihon et Hervé.
Rochefort.....	Girard (Mlles).
Rouen.....	Langlois.
	Lestringant.
St-Étienne.....	Chevalier.
Toulon.....	Bastide.
	Rumèbe.
Toulouse.....	Gimet.
	Privat.
Tours.....	Boisselier.
	Péricat.
	Suppligeon.
Valenciennes.....	Giard.
	Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam.....	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes.....	Beck.
Barcelone.....	Verdaguer.
Berlin.....	Asher et Cie.
	Dames.
	Friedlander et fils.
	Mayer et Müller.
Berne.....	Schmid et Francke.
Bologne.....	Zanichelli.
Bruxelles.....	Lamertin.
	Mayolez et Audiarte.
	Lebègue et Cie.
Bucharest.....	Sotcheck et Co.
	Müller (Carol).
Budapest.....	Kilian.
Cambridge.....	Deighton, Bell et Co.
Christiania.....	Cammermeyer.
Constantinople.....	Otto Keil.
Copenhague.....	Höst et fils.
Florence.....	Seeber.
Gand.....	Hoste.
Gênes.....	Beuf.
Genève.....	Cherbuliez.
	Georg.
	Stapelmohr.
La Haye.....	Belinfante frères.
Lausanne.....	Benda.
	Payot.
Leipzig.....	Barth.
	Brockhaus.
	Lorentz.
	Max Rübe.
	Twietmeyer.
Liège.....	Desoer.
	Gnusé.

	chez Messieurs :
Londres.....	Dulau.
	Hachette et Cie.
	Nutt.
Luxembourg.....	V. Buck.
Madrid.....	Libr. Gutenberg.
	Romo y Fussel.
	Gonzalès e hijos
	F. Fé.
Milan.....	Bocca frères.
	Hœpli.
Moscou.....	Tastevin.
Naples.....	Prass.
	Marghieri di Gius.
	Pellerano.
New-York.....	Dyrsen et Pfeiffer.
	Stechert.
	Lemcke et Buechner
Odessa.....	Rousseau.
Oxford.....	Parker et Cie
Palerme.....	Clausen.
Porto.....	Magalhaes et Moniz.
Prague.....	Rivnac.
Rio-Janeiro.....	Garnier.
Rome.....	Bocca frères.
	Loescher et Cie.
Rotterdam.....	Kramers et fils.
Stockholm.....	Samson et Wallin.
St-Petersbourg.....	Zinserling.
	Wolff.
Turin.....	Bocca freres.
	Brero.
	Clausen.
	Rosenberg et Sellier.
Varsovie.....	Gebethner et Wolff.
Verone.....	Drucker.
Vienne.....	Frick.
	Gerold et Cie.
Zurich.....	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... **15** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les ... par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières ... par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856..... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — **Essai d'une réponse à la question de Prix** proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 22.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 31 mai 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

MM. Lœwy et Puiseux. — Études photographiques sur quelques parties de la surface de la Lune..... 1539

MM. A. Haller et A. Guyot. — Sur la préparation et les propriétés des dialcoylamido-antraquinones-3..... 1544

M. Ollier. — De la création de nouvelles articulations entre des os normalement indépendants dans les cas où les anciennes articulations, complètement détruites, ne peuvent être reconstituées. Cas de néarthrose cléido-humérale obtenue par la fixation à la clavicule de l'extrémité flottante de la diaphyse humérale..... 1547

M. S. Arloing. — Apparition dans le sérum sanguin, sous l'influence de produits chimiques, d'une matière capable d'agglutiner le bacille de la tuberculose vraie..... 1550

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Ader. — Sur des appareils d'aviation.. 1553

M. Jaime Ferran soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Nouvelles découvertes relatives au bacille de la tuberculose et à la solution expérimentale du problème de la prophylaxie et de la guérison de cette maladie ». 1555

M. Mitour adresse un Mémoire intitulé : « Photographie à travers les corps opaques par les ondes électriques statiques unipolaires »..... 1555

M. Delahousse adresse un Mémoire intitulé : « Hygiène des grandes industries : Porcelaine, Cordonnerie, Couture »..... 1555

CORRESPONDANCE.

M. Obrutchew, auquel le prix Tchihatchef a été décerné l'an dernier, adresse d'Irkoutsk ses remerciments à l'Académie. 1555

M. C. Guichard. — Sur les surfaces à courbure totale constante..... 1556

M. Riquier. — Sur la forme que prend, par la suppression de certains termes, un développement en série entière..... 1558

MM. Ch. Fabry et A. Perot. — Sur une méthode de détermination du numéro d'ordre d'une frange d'ordre élevé..... 1561

M. P. Villard. — Sur les rayons cathodiques..... 1564

M. G. Baugé. — Action de quelques carbonates sur l'acétate chromeux..... 1566

M. Georges Charpy. — Sur les états d'équilibre du système ternaire : plomb-étain-bismuth..... 1569

MM. P. Cazeneuve et Moreau. — Sur la diméthylpipérazine et quelques combinaisons phénoliques de cette base..... 1573

M. G. Belugou. — Chaleurs de neutralisation de l'acide phénylphosphorique..... 1575

M. A. Collet. — Sur quelques dérivés halogénés de l'éthylphénylcétone..... 1577

M. G. Joly. — De la solipédisation des Equidés dans les temps actuels..... 1579

M. C. Sauvageau. — Sur l'*Acinetospora pusilla* et la sexualité des Tiloptéridées.. 1581

M. R. Bouilhac. — Sur la végétation d'une plante verte, le Nostoc punctiforme, à l'obscurité absolue..... 1583

M. Fréd. Wallerant. — Sur le polymorphisme..... 1586

M. H. Couriot. — Examen d'un combustible minéral au moyen des rayons de Röntgen..... 1588

M. Georges Rolland. — Régime du bassin artésien de l'Oued Rir' (Sud algérien) et moyens de mieux utiliser ses eaux d'irrigation..... 1589

M. E. Fleurent. — Sur la répartition du gluten et de ses principes immédiats dans l'amande farineuse du grain de froment.. 1592

M. Maurice Nicloux. — Influence de l'asphyxie sur la teneur du sang en oxyde de carbone. Production d'oxyde de carbone dans l'organisme..... 1595

M. J.-J. Andeer. — Recherches sur les ostioles du système cérébro-spinal..... 1598

M. G. Perry adresse une Note « Sur un déplacement de l'éther pouvant produire la karyokinèse »..... 1600

Bulletin bibliographique..... 1600

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars

1898

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 23 (6 Juin 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'A[illegible] sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais le ports relatifs aux prix décernés ne le sont q[illegible] que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séan[illegible] blique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Sa[illegible] étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des p[illegible] qui ne sont pas Membres ou Correspondants [illegible] démie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'u[illegible] sumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires [illegible] tenus de les réduire au nombre de pages requ[illegible] Membre qui fait la présentation est toujours no[illegible] mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet [illegible] autant qu'ils le jugent convenable, comme ils [illegible] pour les articles ordinaires de la correspondan[illegible] cielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être [illegible] l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus [illegible] jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis [illegible] le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Comp[illegible]* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte r[illegible]* vant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches. [illegible] Le tirage à part des articles est aux frais [illegible] teurs; il n'y a d'exception que pour les [illegible] les Instructions demandés par le Gouvernem[illegible]

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administ[illegible] un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* [illegible] l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution [illegible] sent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés [illegible] déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance [illegible]

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUIN 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Nouvelles études photographiques sur la surface de la Lune:* par MM. **Lœwy et Puiseux.**

« Nous avons eu récemment l'honneur de soumettre à l'Académie le troisième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris. A cette occasion, nous avons tenté de résumer en peu de mots le caractère général de chacune des nouvelles feuilles et de signaler les objets les plus remarquables qu'elles renferment. Nous voudrions aujourd'hui appeler l'attention sur certains faits mis en évidence par l'examen ou le rapprochement de ces épreuves. Les vues que nous nous sommes crus autorisés à émettre sur l'origine des accidents du sol lunaire, sur leur succession chronologique, pourront ainsi être discutées sur de plus nombreux exemples et complétées dans certaines parties.

» En premier lieu, nous observerons que la distribution de l'intensité

lumineuse sur le disque lunaire paraît obéir à quelques lois simples dont voici l'énoncé :

» 1° Abstraction faite des inégalités locales, il y a progression continue d'éclat quand on va du terminateur au bord éclairé, avec coïncidence approximative entre les courbes d'égal éclairement et les méridiens ;

» 2° Toutefois, sur un même méridien, une recrudescence appréciable se manifeste à proximité des pôles, notamment du pôle sud ;

» 3° Il y a aussi augmentation d'intensité dans le voisinage immédiat du bord, quelles que soient la latitude et la phase que l'on considère.

» La première loi comporte une explication théorique satisfaisante, si l'on regarde la Lune comme un globe uniforme dans sa constitution superficielle, dénué d'atmosphère appréciable, hors d'état d'exercer une réflexion spéculaire sensible, et renvoyant indifféremment vers tous les points de l'espace la lumière reçue. Dans ces conditions, l'intensité relative s'exprime simplement en fonction de la longitude et de la latitude sélénocentriques du lieu lunaire, ainsi que de la différence des longitudes de la Lune et du Soleil. On trouvera cette formule démontrée dans le Mémoire qui accompagne le troisième fascicule. On reconnaît ainsi que les courbes d'égal éclairement sont des méridiens, et que l'intensité croît du terminateur au bord.

» La légère dérogation à cette règle, qui se manifeste près des pôles, a déjà attiré notre attention dans la première partie du travail.

» Nous y avons vu la preuve que ces portions de l'écorce s'étaient solidifiées de bonne heure et avaient acquis rapidement une grande épaisseur. Par là les calottes polaires ont échappé aux inondations venues de l'intérieur qui ont transformé l'aspect de la région équatoriale. Elles se sont trouvées plus rapidement aptes à recevoir les dépôts de cendres de la période volcanique, causes principales des contrastes de teinte que nous observons aujourd'hui.

» On peut chercher à remonter plus loin et à rendre compte de cette solidification précoce des régions polaires. Il est évident d'abord que le refroidissement a dû y progresser plus vite sous l'influence d'un rayonnement solaire moins efficace. Nous ajouterons que les marées d'origine terrestre y provoquaient des oscillations moins amples que dans les régions équatoriales et animées d'une moindre vitesse de propagation. La soudure des scories superficielles s'est donc effectuée près des pôles avec une facilité bien plus grande.

» Arrivons maintenant au troisième fait, c'est-à-dire à l'augmentation anormale d'intensité lumineuse près du bord.

» Celle-ci ne peut être une conséquence du mode d'opération photographique adopté, qui serait, au contraire, de nature à l'atténuer. Elle se manifeste sous toutes les latitudes et dans toutes les phases. En particulier, les épreuves prises pendant l'éclipse partielle du 7 janvier 1898 montrent que l'accroissement d'intensité sur les bords est encore très sensible à l'opposition, c'est-à-dire au moment où le calcul assignerait au disque lunaire un éclat uniforme.

» Il semble qu'aucune théorie purement géométrique ne rende compte de cette apparence, si l'on ne suppose pas qu'elle tient réellement à l'état physique spécial de cette partie de la surface, c'est-à-dire que non seulement les calottes polaires, mais toutes les régions qui forment pour nous le contour apparent de la Lune sont, dans leur ensemble, de couleur plus claire que les autres parties du disque.

» Ici encore les marées d'origine terrestre, déjà étudiées à d'autres points de vue par MM. Faye et Poincaré, paraissent avoir joué un rôle essentiel. Leur caractère s'est totalement modifié du jour où la durée de la rotation de la Lune sur elle-même est devenue égale à celle de la révolution. Le flux périodique qui parcourait antérieurement toute la région équatoriale a fini par s'accumuler dans la portion du disque qui voit aujourd'hui la Terre près de son zénith. D'ailleurs notre globe, encore incandescent, pouvait alors constituer pour son satellite une source de chaleur importante. Les parties voisines du bord sont donc entrées à leur tour avant les autres parties de la surface dans cette période de température basse et de calme relatif qui a favorisé la consolidation des régions polaires. Ces considérations, tant géométriques que physiques, expliquent bien, à ce qu'il nous semble, la répartition apparente de lumière sur le disque de la Lune.

» Les caractères propres aux latitudes élevées sont bien mis en évidence dans les nouvelles feuilles. Pas plus sur un pôle que sur l'autre, nous ne trouvons d'indication d'un revêtement de glace ni de signes d'une érosion active. Mais la différence d'aspect entre les deux calottes polaires n'en est pas moins très prononcée. Au sud, les cirques vastes et profonds s'accumulent au point de rendre presque indiscernable le relief antérieur, constitué par une série de rides parallèles. Vers la limite nord du disque, les formes circulaires régulières demeurent à l'état d'exception. Les mers s'avancent ici jusque sous des latitudes très élevées. Les plis de terrain qui en émergent n'ont qu'une médiocre saillie, et se disposent en réseau, de manière à encadrer des bassins quadrangulaires. La différence d'aspect

qui existe aujourd'hui entre les deux pôles indique, croyons-nous, que l'inclinaison de l'axe de rotation de la Lune sur le plan de l'orbite a dû subir des variations importantes. La même conclusion s'est déjà présentée à nous comme conséquence de la distribution des mers en ceinture inclinée sur l'équateur, et l'on sait que M. Darwin et d'autres géomètres y ont été conduits par des raisons tirées de la Mécanique céleste.

» La rareté relative des accidents volcaniques dans la partie nord y laisse mieux apercevoir les fragments de plateaux anciens, interposés entre les mers, plus ou moins rongés sur leurs bords par l'affaissement de celles-ci et devenus ainsi quelque peu semblables aux groupes de montagnes terrestres. Ces massifs, plutôt analogues à des amas de scories qu'à de véritables chaînes ramifiées, sont partagés en plusieurs fragments par des cassures rectilignes, dont la grande vallée des Alpes constitue l'exemple le plus célèbre et le plus net. Il semble difficile d'expliquer ces divisions, si l'on n'admet pas, avec le professeur Suess, que les portions séparées ont éprouvé, les unes par rapport aux autres, des mouvements de glissement ou de dérive.

» Si de ces traits généraux nous descendons dans le détail, nous trouvons de nombreux exemples venant à l'appui des vues que nous avons émises au sujet de la formation des cirques.

» On doit considérer comme accident volcanique, au sens large du mot, toute rupture d'équilibre qui amène à la surface déjà solidifiée des émissions de matières liquides, pulvérulentes ou gazeuses. Les déformations visibles et permanentes que de tels phénomènes peuvent produire se rangent dans trois catégories principales : apparition de crevasses ou de cônes éruptifs, épanchement de laves, dépôt de poussières ou de projectiles rejetés avec explosion.

» De pareilles traces se montrent d'autant plus fréquentes que l'on étudie de plus près la surface lunaire, et il est certain que, si les crevasses n'y adparaissent pas en plus grand nombre, la faute en est à l'insuffisance de nos moyens optiques; de même que, sur la Terre, les épanchements de lave se manifestent sous deux formes : soit en coulées qui rayonnent autour d'un orifice central, soit en nappes largement étalées le long du trajet d'une crevasse. Ce dernier mode paraît devoir être invoqué pour expliquer les différences de teintes que l'on remarque entre certaines régions contiguës, sans que la séparation corresponde à une ligne de niveau rigoureuse. Il se manifeste mieux encore par l'existence de veines saillantes et ramifiées, anciennes crevasses obstruées graduellement par des émissions

de laves, et encore dessinées en creux sur certaines portions de leur parcours.

» La disposition rayonnante apparaît avec une clarté particulière dans la partie nord-est de la Lune, autour des cirques Lalande, Képler, Aristarque et Copernic. Masquée au voisinage immédiat de l'orifice par des bourrelets concentriques, clle se révèle sur les pentes extérieures par des plis de terrain dirigés dans le sens de la pesanteur, s'efface au passage d'une sorte de couronne sombre et reparaît sous forme de larges traînées rectilignes, s'étendant à des centaines de kilomètres de distance. Il nous semble absolument logique d'expliquer les plis concentriques par des affaissements, les plis divergents par des coulées liquides, la couronne sombre par des accumulations de débris ou des nappes stagnantes, les traînées par le transport aérien des poussières. Si rare, aujourd'hui, qu'elle se dérobe à l'observation, l'atmosphère lunaire a pu, comme nous l'avons expliqué, posséder autrefois une densité suffisante pour servir de véhicule aux cendres volcaniques.

» L'unité d'origine des traînées d'un même système ne saurait faire doute un moment, bien que l'on puisse voir parfois leur direction, leur largeur et leur éclat subir des variations brusques, sans relation nette avec la distance au cratère central. Deux causes perturbatrices sont ici suggérées par l'observation des faits : l'une est la rencontre de hautes montagnes, capables de diviser les courants atmosphériques, de provoquer des chutes et des condensations abondantes; l'autre, plus fréquente et plus efficace, est la présence de bassins déprimés, encore liquides à l'époque où les chutes de cendres se sont produites, hors d'état, par conséquent, de recevoir ou de conserver des dépôts superficiels.

» Quelques-uns de ces bassins profonds seraient-ils, aujourd'hui encore, imparfaitement desséchés, et leur état physique changerait-il, par suite, avec une exposition prolongée aux rayons solaires ? Les teintes vertes et rougeâtres que l'on constate, au voisinage du terminateur, dans l'intérieur de quelques cirques, portent à croire qu'il en est ainsi. Inférieure à l'œil dans l'appréciation des nuances, la Photographie reprend l'avantage pour l'enregistrement impartial des intensités lumineuses relatives. Elle a donc, sans contredit, le droit d'apporter son témoignage dans la question. La *Pl. XVII*, qui représente une région pour laquelle le Soleil se couche, doit être comparée, à ce point de vue, avec la *Pl. I*, où le jour commence sur les mêmes parages. Nous y trouvons des taches sombres, à fond plat, qui, dans l'intervalle, ont modifié leur teinte relativement aux plateaux

voisins d'une manière très sensible. La réalité de ce changement a été confirmée par l'examen d'une série de clichés, échelonnés dans les phases intermédiaires.

» Si l'on rapproche ces faits nouveaux de ceux que nous avons antérieurement recueillis, on ne trouvera point de difficulté à les faire rentrer dans un même cadre chronologique, et l'on pourra se faire une idée générale assez nette de la constitution et de l'histoire de notre satellite. Nous ne reprendrons point ici ce tableau d'ensemble, déjà esquissé comme conclusion du Mémoire qui accompagne la première partie de l'Atlas. Nous signalerons seulement, pour résumer ce qui précède, les principales questions dont ce troisième fascicule nous semble devoir fournir ou avancer la solution. Ce sont :

» Les causes de la solidification précoce et de la stabilité relative des régions polaires;

» L'origine de l'éclat plus vif que l'on remarque au voisinage des pôles, et, à un degré moindre, sur tout le bord apparent;

» L'interprétation de la différence d'aspect qui s'observe actuellement entre les calottes polaires;

» La nature volcanique des veines saillantes, des couronnes sombres et des traînées; les causes locales qui ont influé sur la répartition de celles-ci;

» La dessiccation tardive de quelques bassins déprimés; l'indication des points qui doivent faire l'objet d'une attention particulière, si l'on veut manifester la persistance, à l'heure actuelle, de certains changements périodiques à la surface de la Lune. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouvel électrodynamomètre absolu.* Note de M. **Marcel Deprez.**

« Le seul instrument qui permette de mesurer directement l'intensité d'un courant en unités absolues est l'électrodynamomètre. La boussole des tangentes, en effet, ne mérite pas le nom d'*instrument absolu* parce qu'elle exige la connaissance de l'intensité du magnétisme terrestre à l'endroit où se fait l'expérience. Dans l'électrodynamomètre, au contraire, il suffit de connaître les dimensions exactes de l'enroulement des bobines, le moment d'inertie des pièces mobiles et la durée de leur oscillation, lorsqu'elles sont soumises à la seule influence des forces élastiques (que l'on

met ensuite en équilibre avec les forces électromagnétiques développées par le passage du courant), pour en conclure l'intensité du courant. La mesure de ces diverses quantités pouvant être faite directement sur l'appareil lui-même au moyen des instruments qui servent à mesurer les longueurs, la masse et le temps, on voit que l'épithète d'*absolu* convient parfaitement à l'électrodynamomètre.

» Toutefois il convient de se rappeler que les équations qui représentent la grandeur du couple exercé par les pièces fixes sur les pièces mobiles en fonction de l'intensité du courant ne sont qu'approximatives, et cette approximation n'est acceptable qu'à la condition que les bobines mobiles soient situées à une grande distance des bobines fixes, c'est-à-dire que le couple développé par le passage du courant soit très faible.

» J'ai cherché s'il serait possible de réaliser un système électrodynamique dans lequel les forces dues à l'action du courant fussent des fonctions *algébriques simples et rigoureusement exactes* des dimensions des circuits fixes et des circuits mobiles, sans que ces dimensions soient soumises à aucune condition restrictive, et j'ai été assez heureux pour trouver la solution de cet intéressant problème d'Électrodynamique.

» Supposons que l'on engendre un tore de révolution en faisant tourner une figure fermée, de *forme quelconque*, autour d'un axe vertical et que l'on enroule sur le tore un circuit solénoïdal parfaitement régulier, composé d'un nombre quelconque de couches de fil (c'est-à-dire non dénué d'épaisseur).

» Supposons, en outre, que, par un artifice de construction facile à trouver, on ait, avant d'enrouler le fil, introduit à l'intérieur du tore une bobine cylindrique à base circulaire recouverte d'un nombre quelconque de spires régulièrement enroulées. Les seules conditions que doit remplir cette bobine cylindrique sont les suivantes : 1° son axe de révolution doit être parallèle à celui du tore, de façon que toutes les spires soient parallèles au plan diamétral du tore; 2° elle doit être mobile autour d'un axe de rotation situé dans le plan diamétral du tore, perpendiculaire à l'axe de révolution de ce dernier et à l'axe de la bobine elle-même et passant par le centre de celle-ci.

» Si ces conditions sont remplies, je démontre que le couple C, qui tend à faire tourner la bobine cylindrique autour de l'axe de rotation qui vient d'être défini a pour valeur rigoureuse

$$C = \frac{2NII'\Sigma S}{a},$$

dans laquelle on désigne par

I et I′ les intensités des courants qui traversent respectivement les spires du tore et celles de la bobine;

ΣS la somme des surfaces embrassées par toutes les spires circulaires de la bobine mobile;

N le nombre total des spires enroulées sur le tore;

a la distance du centre de la bobine mobile au centre du tore ou à son axe de révolution. »

CHIMIE. — *Sur un nouvel élément constituant de l'air atmosphérique;* par MM. **William Ramsay** et **Morris-W. Travers.** (Traduction.)

« Nous nous proposons de donner, dans cette Note préliminaire, un résumé des expériences que nous avons faites depuis un an pour reconnaître si, outre l'azote, l'oxygène et l'argon, il n'existe pas dans l'air d'autres gaz qui ont échappé jusqu'ici à l'observation par suite de leur faible proportion.

» En collaboration avec miss Emily Aston, nous avons trouvé que l'azoture de magnésium obtenu en absorbant de l'azote atmosphérique, traité par l'eau, donne seulement une trace de gaz. Ce gaz est de l'hydrogène et provient d'une petite quantité de magnésium métallique qui n'a pas été convertie en azoture. Le fait que l'ammoniaque produite par un traitement à l'eau est pure a déjà été prouvé par lord Rayleigh; il a montré que l'azote qui en dérive possède sa densité normale. La magnésie résultant de l'azoture cède seulement à l'eau une trace de matière soluble consistant en oxyde hydraté et carbonate; les résultats de ces expériences ont donc été négatifs.

» Plus récemment, grâce à l'obligeance du Dr Hampson, nous avons pu avoir 750^{cc} d'air liquide. Nous avons fait évaporer lentement cette masse, à l'exception des dix derniers centimètres cubes; nous avons recueilli dans un récipient le gaz provenant de ce petit résidu; nous avons enlevé l'oxygène avec du cuivre métallique et l'azote à l'aide d'un traitement avec un mélange de chaux pure et de magnésium en poudre, suivi par l'action d'étincelles électriques en présence d'oxygène et de soude caustique, et nous avons obtenu finalement $26^{cc},2$ d'un gaz montrant faiblement le spectre de l'argon et de plus un spectre qui n'a, nous croyons, pas été aperçu jusqu'à présent.

» Nous n'avons pas encore réussi à séparer complètement le nouveau spectre de celui de l'argon ; mais il est caractérisé par deux raies fort brillantes, dont l'une est presque identique en position à D_3 et presque aussi brillante. Des mesures faites avec un réseau de 14438 lignes par pouce, mis obligeamment à notre disposition par M. E.-C.-C. Baly, ont fourni les nombres suivants, les quatre lignes apparaissant dans le champ toutes à la fois :

D_1.....	5895,0
D_2.....	5889,0
D_3.....	5875,9
D_4.....	5866,65 + 1,7 pour réduction au vide.

» Il existe encore une raie verte, comparable en intensité à la ligne verte de l'hélium, et dont la longueur d'onde est 5566,3, et une ligne verte un peu plus faible, dont la longueur d'onde est 5557,3.

» Pour déterminer, dans la mesure du possible, quelles sont les lignes qui appartiennent au spectre de l'argon et quelles sont celles du nouveau gaz, les deux spectres ont été examinés en même temps avec le réseau, les spectres du premier ordre étant utilisés. Les raies, qui étaient absentes ou très faibles dans le spectre de l'argon, ont été attribuées au nouveau gaz. Leur intensité étant plus faible, les mesures de longueur d'onde qui suivent ne sont pas aussi précises que les trois mesures données plus haut; mais nous regardons les trois premiers chiffres significatifs comme corrects.

Violet.....	4317 4387 4461 4671
Bleu.....	4736 4807 4830 4834 4909
Vert.....	5557,3 5566,3
Jaune.....	5829 5866,5
Orange	6011

» M. Baly a eu l'obligeance d'entreprendre l'étude du spectre, qui sera

publiée quand elle sera complète. Les nombres donnés plus haut suffisent à mettre hors de doute l'existence d'un nouveau gaz.

» La densité approchée du gaz a été mesurée en le pesant dans un ballon de $32^{cc},321$ de capacité sous une pression de $521^{mm},85$, à la température de $15°,95$. Le poids a été trouvé de $0^{gr},04213$; d'où l'on déduit une densité de 22,47, la densité de l'oxygène étant prise égale à 16.

» Après avoir fait passer l'étincelle électrique durant quatre heures en présence d'oxygène et de soude, nous avons fait une seconde mesure dans le même ballon. La pression était de $523^{mm},7$ et la température de $16°,45$. Le poids trouvé a été de $0^{gr},04228$; d'où l'on déduit une densité égale à 22,51.

» La longueur d'onde du son a été déterminée, dans ce gaz, par la méthode décrite dans les recherches sur l'argon. On a trouvé :

	I.	II.	III.
Longueur d'onde dans l'air.....	34,17	34,30	34,57
Longueur d'onde dans le gaz.....	29,87	30,13	»

Introduisant ces nombres dans la formule

$$\lambda^2_{air} \times \text{densité}_{air} : \lambda^2_{gaz} \times \text{densité}_{gaz} = \gamma_{air} : \gamma_{gaz},$$

il vient

$$(34,35)^2 \times 14,479 : (30)^2 \times 22,47 = 1,408 : 1,666;$$

ce qui montre que, comme l'argon et l'hélium, le nouveau gaz est monoatomique et représente un corps simple.

» De ce qui précède nous pouvons conclure que l'atmosphère contient un gaz nouveau, doué d'un spectre caractéristique, plus lourd que l'argon et moins volatil que l'azote, l'oxygène et l'argon; le rapport de ses deux chaleurs spécifiques conduit à penser qu'il est monoatomique et représente un élément. Si cette conclusion est fondée, nous proposons de le nommer *krypton*, c'est-à-dire « caché ». Son symbole serait Kr.

» Il est naturellement impossible de fixer positivement la place que ce nouvel élément de l'atmosphère doit occuper dans la Table périodique des corps simples.

» Le nombre 22,5 représente une densité minimum. S'il nous est permis de hasarder une conjecture, le krypton se trouvera avoir la densité 40, avec le poids atomique correspondant 80 (1), et se placera dans les séries

(1) It is that krypton will turn out to have the density 40, with a corresponding atomic weight 80.

de l'hélium. Cette dernière conjecture est rendue vraisemblable par son inertie en présence du calcium et du magnésium au rouge, d'une part, et en présence de l'oxygène et de la soude caustique sous l'influence des étincelles électriques, d'autre part. Nous nous proposons de préparer le nouveau gaz en plus grande quantité et d'essayer de le séparer de l'argon d'une manière plus complète par distillation fractionnée.

» On peut remarquer, en passant, que MM. Kayser et Friedländer, qui ont cru observer la raie D_3 dans l'argon de l'atmosphère, ont probablement été trompés par la grande proximité de la brillante raie jaune du krypton avec la raie de l'hélium.

» Si nous admettons la vérité de l'hypothèse du Dr Johnstone Stoney, d'après laquelle il existerait dans l'atmosphère des gaz plus lourds que l'ammoniaque, il n'est nullement improbable qu'un gaz plus léger que l'azote puisse aussi être découvert dans l'air. Nous avons déjà passé plusieurs mois à tout préparer pour la recherche d'un tel gaz et nous pensons être d'ici peu en mesure de dire si cette supposition est fondée. »

M. **Berthelot** fait observer que la forte raie verte 5566,3 du krypton coïncide sensiblement avec la brillante raie n° 4 (5567) de l'aurore boréale. Dès lors on pourrait peut-être désigner ce gaz sous le nom plus harmonieux d'*éosium*, nom qu'il prend la liberté de suggérer à M. Ramsay.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

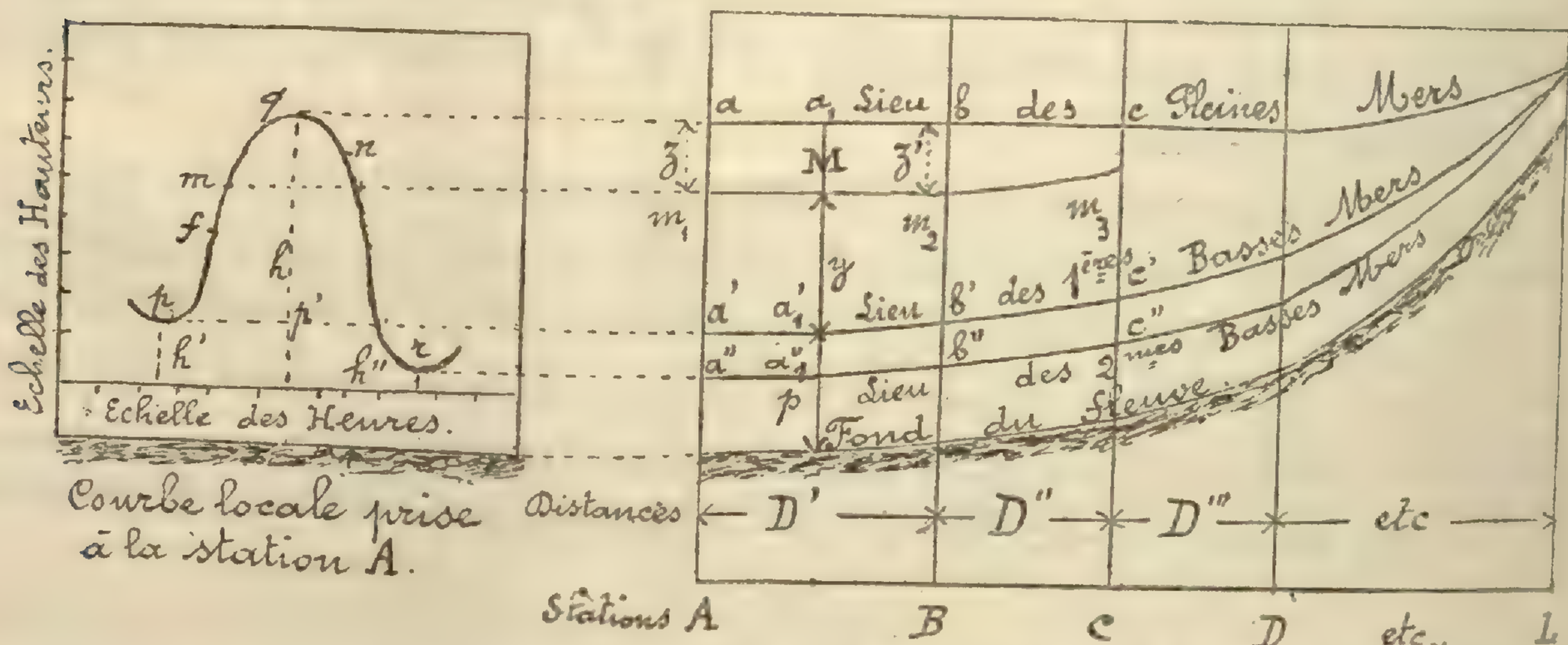
HYDRAULIQUE. — *De la propagation et de la déformation de l'onde-marée qui remonte dans les fleuves.* Mémoire de M. **Partiot**, présenté par M. Bouquet de la Grye. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, de Bussy, Hatt.)

« L'amélioration de la navigation dans une rivière à marée nécessite souvent la connaissance préalable des changements de régime qu'amèneront les travaux. Pour s'en rendre compte, il faut déterminer les courbes locales futures de la marée sur divers points. On déduit de ces courbes les profils en long momentanés du cours d'eau et, de ceux-ci et du débit

d'amont, les volumes d'eau qui passent dans un profil en travers entre deux moments donnés. L'on en conclut la largeur correspondant à une profondeur voulue.

» Pour avoir approximativement les courbes locales, on commence par déterminer les lieux géométriques de la pleine et de la basse mer pour une marée de vive eau. Puis on suppose que les cotes m, m_1 de la courbe locale connue d'un profil en travers A soient le point de départ de petites ondes



Profil en long de la partie Maritime du fleuve.

élémentaires qui arrivent aux profils B, C, ..., E à des distances am_1, bm_2, ... de la pleine mer proportionnelles aux amplitudes aa', bb', ... de la marée dans chaque profil en travers, et que ces petites ondes se propagent suivant les lignes $m, m_1, m_2, \ldots$ avec des célérités données par l'une des formules connues. Connaissant ainsi, pour chaque profil, la cote de hauteur m_2 de toutes les petites ondes et les heures de leur arrivée, on peut tracer les courbes locales pour les divers profils. Le choix à faire entre les formules est l'objet que je me suis proposé.

» Pour faire ce choix, j'ai pris une marée de vive eau observée sur la Gironde et la Garonne; j'ai admis comme connus les lieux des pleines et des basses mers sur ces deux fleuves et les profondeurs qui s'y trouvent. J'ai calculé les cotes de chaque onde élémentaires et son heure d'arrivée dans chaque station hydrométrique par les cinq formules qui suivent :

(1) $$k = \sqrt{gP},$$

(2) $$k = 3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh},$$

$$k = \sqrt{gp} + m(\sqrt{ga} + \sqrt{gb} + \ldots + \sqrt{gm}), \tag{3}$$

$$k = \sqrt{gp\left[1 + \frac{\varepsilon}{2p}\left(3 + \frac{\varepsilon}{p}\right)\right]}, \tag{4}$$

$$\omega = \sqrt{g\mathrm{H}}\left(1 + \frac{3k'}{4\mathrm{H}}\right). \tag{5}$$

J'ai ensuite dessiné sur les mêmes feuilles les courbes locales observées à l'échelle et celles correspondantes calculées pour chacune de ces formules. Les différences se sont montrées de suite et j'ai cru devoir préférer la formule (5), qui est celle donnée par M. Boussinesq.

» *Observations directes de l'onde-marée. Modifications de sa forme.* — L'étude de l'onde-marée dans la Garonne a démontré que les ondes élémentaires négatives de la marée descendante ont une célérité plus grande que les ondes élémentaires positives de la marée montante. Ce fait, qui concorde avec les indications de la formule des célérités, permet d'expliquer les modifications que subit la forme de l'onde marée quand elle remonte un fleuve ou se propage dans un estuaire. La comparaison des célérités moyennes observées dans les sections de By à Pauillac et de Pauillac à Bordeaux a fait voir que l'amélioration de la navigation de la Garonne ferait parvenir la pleine mer quarante-trois minutes plus tôt à Bordeaux. Elle a aussi démontré que l'application du mode de calcul adopté et de la formule (5) donnerait alors, à cinq minutes près, la même heure d'arrivée du plein dans la même ville, après un parcours de plus de 95^{km}. »

MM. **Cornu** et **de Lapparent** sont adjoints à la Commission chargée d'examiner un Mémoire de M. *A. Marx*, ayant pour titre : « L'éther, principe universel des forces ».

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Brochure de M. *Paul Fabre* intitulée : « Coup d'œil sur la Géographie médicale ». (Présentée par M. Lannelongue.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à courbure totale constante.* Note de M. **C. Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Examinons maintenant la deuxième hypothèse.

» II. Le réseau T est considéré comme un réseau $2C$, $p^2+1\gtrless 0$. Il y a encore deux espèces de réseaux C :

» 1° Les réseaux N pour lesquels :

$$\frac{I}{\rho} = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4; \qquad a_1^2 + \ldots + a_4^2 = 0.$$

» Prenons par exemple $\frac{I}{\rho} = x_3 + ix_4$. Les coordonnées des deux réseaux applicables $N(X_1, X_2, X_3)$, $N'(Y_1, Y_2, Y_3)$ sont :

$$X_1 = \rho\alpha_1, \qquad X_2 = \rho\alpha_2, \qquad X_3 = \rho\alpha_3;$$
$$Y_1 = \rho x_1, \qquad Y_2 = \rho x_2, \qquad Y_3 = \rho x_3 = \mu\rho.$$

» Ces réseaux sont C et $2O$, la coordonnée complémentaire est

$$\zeta = i\rho = \frac{i}{\mu}Y_3.$$

» Le réseau N′ est donc parallèle à un réseau C de la quadrique de révolution :

$$Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 - \frac{I}{\mu^2}Y_3^2 = 1. \tag{1}$$

Le réseau N coupe le réseau A suivant une congruence (G) qui reste une congruence C et $2O$. Un réseau parallèle à (G) admettrait une congruence harmonique parallèle au réseau N; cette congruence harmonique serait C, $2O$, donc les congruences (G) sont parallèles aux réseaux C d'une quadrique de révolution [distincte de la quadrique (1)].

» Inversement, soit $N'(Y_1, Y_2, Y_3)$ un réseau C de la quadrique (1) applicable sur un réseau $N(X_1, X_2, X_3)$. Ces réseaux N et N′ peuvent être considérés d'abord comme des réseaux $2O$, la coordonnée complémentaire étant

$$\zeta = \frac{i}{\mu}Y_3.$$

A la solution $\theta = \zeta = \frac{i}{\mu}Y_3$ correspond une congruence G harmonique au

réseau N. Cette congruence est C puisque $\theta = \zeta$; elle est 2O puisque $\theta = \frac{i}{\mu} Y_3$.

» Ces réseaux N et N′ peuvent aussi être considérés comme des réseaux 3O, les coordonnées complémentaires étant

$$\xi = Y_1 \frac{1}{\sqrt{\mu^2 - 1}}, \qquad \zeta = Y_2 \frac{1}{\sqrt{\mu^2 - 1}},$$

car on a bien

$$Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + \xi^2 + \zeta^2 = \frac{\mu^2}{\mu^2 - 1}.$$

» Cela posé, à la solution

$$\theta = \xi + i\zeta = \frac{1}{\sqrt{\mu^2 - 1}}(Y_1 + iY_2)$$

correspond une congruence H, harmonique au réseau N; cette congruence est C parce que $\theta = \xi + i\zeta$; elle est O parce que $\theta = \frac{1}{\sqrt{\mu^2 - 1}}(Y_1 + iY_2)$; cette congruence H est donc une congruence T; il en est de même de la congruence K qui correspond à la solution $\theta = \xi - i\zeta$.

» Le point de rencontre des congruences G et H décrit un réseau T, il correspond sur le réseau N′ à l'intersection de ce réseau avec une droite isotrope du plan de l'équateur; donc :

» *La déformation des quadriques de révolution à centre et celle de la sphère sont deux problèmes équivalents.*

» *Si l'on déforme une quadrique de révolution à centre, au point d'intersection d'une droite isotrope fixe, de l'équateur avec le plan tangent correspond sur le plan tangent de surface applicable un point qui décrit une surface ayant même représentation sphérique de ses lignes de courbure qu'une surface à courbure totale constante.*

» Les deux réseaux O conjugués à la congruence G sont des réseaux T. Il y a là une *transformation nouvelle* des surfaces à courbure totale constante.

» 2° Les réseaux P pour lesquels

$$\frac{1}{\rho} = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + a_5 x_5,$$
$$a_1^2 + \ldots + a_5^2 = 0 \qquad a_5 \gtrless 0.$$

» Prenons par exemple $\frac{1}{\rho} = x_4 + ix_5$. Les coordonnées des deux réseaux applicables sont $P(\rho\alpha_1, \rho\alpha_2, \rho\alpha_3)$ et $P'(\rho x_1, \rho x_2, \rho x_3)$.

» Le réseau P coupe le réseau A suivant une droite qui décrit une con-

gruence (L). Cette congruence est C et 3O. Parmi les réseaux harmoniques se trouvent : le réseau A qui est O, 2C; le réseau P qui est 2O, C et le réseau P_1, correspondant à $\frac{1}{\rho} = x_4 - ix_5$ qui est aussi 2O, C. Ces trois réseaux appartiennent à la même série.

» Cela posé, si l'on considère la surface

$$(2) \qquad Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + (Y_1 + iY_2 + aY_3)(Y_1 + iY_2 + bY_3) = 1,$$

les réseaux de cette surface sont 3O; les coordonnées complémentaires ξ et η étant données par les formules

$$\xi + i\eta = Y_1 + iY_2 + aY_3,$$
$$\xi - i\eta = Y_1 + iY_2 + bY_3.$$

Prenons un réseau C de cette surface; aux solutions $\theta = \xi + i\eta$ ou $\theta = \xi - i\eta$ correspondent sur la surface applicable des congruences C et 2O; à la solution $\theta = b(\xi + i\eta) - a(\xi - i\eta)$ correspond une congruence 2C, O. On en déduit facilement que, si $ab + 1 \gtrless 0$, les congruences (L) sont parallèles aux réseaux applicables sur les surfaces (2); donc :

» *Si* $ab + 1 \gtrless 0$, *la déformation des surfaces* (2) *et celle de la sphère sont deux problèmes équivalents.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce.* Note de M. **Martin Krause**, présentée par M. Émile Picard.

« C'est à la fin d'une Note antérieure (23 mai 1898) que j'ai indiqué le cas général des fonctions hyperelliptiques de premier ordre. Je vais traiter maintenant ce cas tout en renvoyant de nouveau à un travail de M. Fuchs (*Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, 1878).

» I. Nous posons

$$(1) \qquad \begin{cases} R(z) = z(1-z)(1-k^2z)(1-\lambda^2z)(1-\mu^2z) \\ \qquad = r_0z^5 + r_1z^4 + r_2z^3 + r_3z^2 + r_4z \end{cases}$$

et définissons les grandeurs $t_1, t_2, \ldots, t_m$ comme des racines d'une équation algébrique de $m^{\text{ième}}$ degré choisie tout d'abord arbitrairement

$$(2) \qquad G(t) = \sum_{s=0}^{s=m} p_s t^{m-s} = 0;$$

prenons pour base de notre considération l'équation connue

$$R(z)\frac{\partial^2 Z}{\partial z^2}+\frac{1}{2}R'(z)\frac{\partial Z}{\partial Z}=\frac{Z}{4}(Az^3+Bz^2+Cz+D), \tag{3}$$

où A, B, C, D signifient quatre grandeurs constantes. La question est de savoir quand ses intégrales auront la forme

$$Z=G(z)^{\frac{1}{2}}e^{\pm\sqrt{-\frac{1}{4}}\int\frac{dz}{G(z)\sqrt{R(z)}}}. \tag{4}$$

» Il faut pour cela

$$\varepsilon_s\sqrt{-1}=G'(t_s)\sqrt{R(t_s)}\qquad(s=1,2,\ldots,m;\ \varepsilon_s=\pm 1). \tag{5}$$

d'où résultent, pour les grandeurs A, B, C, D, les valeurs

$$\begin{cases} A=m(m+3)r_0,\\ B=m(m+2)r_1-(2m+1)p_1r_0,\\ C=m(m+1)r_2-2mp_1r_1+2mp_1^2r_0-2(2m-1)p_2r_0,\\ D=m^2r_3-(2m-1)p_1r_2+(2m-1)p_1^2r_1-(2m-1)p_1^3r_0\\ \qquad -2(2m-2)p_2r_1+(6m-5)p_1p_2r_0-3(2m-3)p_3r_0; \end{cases} \tag{6}$$

» La grandeur p_1 reste arbitraire, tandis que les autres se déterminent par les formules suivantes :

$$(m-s)q_s=q_s', \tag{7}$$

$$q_s=\sum_{v=-1}^{v=3}(m-s-v)(2m-2s-v)p_{s+v}r_{3-v}, \tag{8}$$

$$\begin{cases} q_s'=2(m-s)p_sD+(2m-2s-1)p_{s+1}C\\ \qquad +(2m-2s-2)p_{s+2}B+(2m-2s-3)p_{s+3}A; \end{cases} \tag{9}$$

s peut prendre les valeurs $-3,\ -2,\ \ldots,\ m$; p_s est zéro pour $s<0$ et $s>m$.

» II. La représentation des intégrales par les fonctions thêta est achevée, en substance, dans la Note antérieure. Par rapport à ce point, je renvoie à un travail de M. Staude, au Tome 8 des *Acta mathematica*.

» Nous introduisons deux variables indépendantes z_1 et z_2 et posons

$$\begin{cases} Z_1=G(z_1)^{\frac{1}{2}}e^{-\sqrt{-\frac{1}{4}}\int\frac{dz_1}{G(z_1)\sqrt{R(z_1)}}},\\ Z_2=G(z_2)^{\frac{1}{2}}e^{\sqrt{-\frac{1}{4}}\int\frac{dz_2}{G(z_2)\sqrt{R(z_2)}}}. \end{cases} \tag{10}$$

» Puis, supposons que les grandeurs $a_1^{(s)}$, $a_2^{(s)}$ satisfassent aux équations

(11) $$\vartheta_3[a_1^{(s)}, a_2^{(s)}] = 0;$$

en outre, doivent exister, d'après Rosenhain, les équations

(12) $$\frac{\vartheta_1^2[a_1^{(s)}, a_2^{(s)}]}{\vartheta_0^2[a_1^{(s)}, a_2^{(s)}]} = \frac{\lambda\mu}{k} t_s, \quad \ldots,$$

et enfin les conditions suivantes doivent être vérifiées

(13) $$\varepsilon_s\sqrt{-l} = G'(t_s)\sqrt{R(t_s)}.$$

» La grandeur Z_1 se divise alors en une série de facteurs de la forme

$$Z_1 = \Pi Z_1^{(s)},$$

(14) $$Z_1^{(s)} = \sqrt{z_1 - t_s}\, e^{-\varepsilon_s\sqrt{\frac{R(t_s)}{4}}\int \frac{dz_1}{(z_1-t_s)\sqrt{R(z_1)}}}.$$

» D'une manière analogue nous pouvons poser

$$Z_2 = \Pi Z_2^{(s)},$$

(15) $$Z_2^{(s)} = \sqrt{z_2 - t_s}\, e^{\varepsilon_s\sqrt{\frac{R(t_s)}{4}}\int \frac{dz_2}{(z_2-t_s)\sqrt{R(z_2)}}}.$$

» En procédant ainsi, nous sommes arrivé aux résultats de la Note antérieure, et trouvons

(16) $$Z_1^{(s)} Z_2^{(s)} = \frac{\vartheta_0\vartheta_1(v+a)}{\vartheta_0(a)\vartheta_0(v)}\, e^{-\sum \frac{\partial}{\partial\alpha_s}\log\vartheta_0(a)\,u_s - \frac{k}{2\lambda\mu}\frac{\partial}{\partial\alpha_2}\frac{\vartheta_1^2(a)}{\vartheta_0^2(a)}u_1}$$

pour $a_1 = a_1^{(s)}$, $a_2 = a_2^{(s)}$.

» En introduisant les grandeurs u_1 et u_2, nous obtenons les équations différentielles

(17) $$\frac{\partial^2 Z}{\partial u_1^2} - 2z_1\frac{\partial^2 Z}{\partial u_1\partial u_2} + z_1^2\frac{\partial^2 Z}{\partial u_2^2} - 2R(z_1)^{\frac{1}{2}}\frac{\partial Z}{\partial u_2} = Z(Az_1^3 + Bz_1^2 + Cz_1 + D),$$

(18) $$\frac{\partial^2 Z}{\partial u_1^2} - 2z_2\frac{\partial^2 Z}{\partial u_1\partial u_2} + z_2^2\frac{\partial^2 Z}{\partial u_2^2} + 2R(z_2)^{\frac{1}{2}}\frac{\partial Z}{\partial u_2} = Z(Az_2^3 + Bz_2^2 + Cz_2 + D),$$

(19) $$Z = Z_1 Z_2 = \Pi Z_1^{(s)} Z_2^{(s)} = \varphi_1(u).$$

» On peut déduire de ces deux équations les suivantes :

(20) $$\left\{\begin{aligned}&\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1^2} - z_1 z_2\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_2^2} - \frac{1}{k\lambda\mu}\frac{\partial}{\partial u_2}\frac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)}\frac{\partial\varphi_1}{\partial u_2}\\ &\quad = \varphi_1[-Az_1z_2(z_1+z_2) - Bz_1z_2 + D],\end{aligned}\right.$$

(21) $$\left\{\begin{aligned}&(z_1+z_2)\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1^2} - 2z_1z_2\frac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1\partial u_2} - \frac{1}{k\lambda\mu}\frac{\partial}{\partial u_1}\frac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)}\frac{\partial\varphi_1}{\partial u_2}\\ &\quad = \varphi_1[-Az_1^2z_2^2 + Cz_1z_2 + D(z_1+z_2)],\end{aligned}\right.$$

où les grandeurs z_1, z_2 et $z_1 + z_2$ ont les valeurs

$$(22) \qquad z_1 z_2 = \frac{1}{k\lambda\mu}\frac{\Theta_1^2(v)}{\Theta_0^2(v)},$$

$$(23) \qquad (z_1 + z_2) = \frac{1}{k^2} + \frac{1}{k^2\lambda^2\mu^2}\left[k^4\frac{\theta_1'(u_1)_0^2}{\Theta_0^2}\frac{\Theta_1^2(v)}{\Theta_0^2(v)} + \frac{\theta_3'(u_2)_0^2}{\Theta_0^2}\frac{\Theta_3^2(v)}{\Theta_0^2(v)}\right].$$

» Ces équations appartiennent de nouveau à celles sur lesquelles M. Picard et M. Appell ont porté les premiers l'attention et peuvent s'appeler *équations de Lamé-Hermite généralisées pour deux variables*. Dans ces considérations, on a supposé que l soit différent de zéro. Si l est égal à 0, on arrive à d'autres résultats se rapportant aux équations différentielles que Heine prend pour base des fonctions de Lamé d'un ordre supérieur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions discontinues qui se rattachent aux fonctions continues*. Note de M. **R. Baire**, présentée par M. Appell.

« I. Parmi les fonctions discontinues d'une variable réelle, il peut être intéressant de rechercher celles qui se rattachent d'une certaine manière aux fonctions continues. On peut y parvenir en partant de la notion de fonction limite d'une suite de fonctions : on dira qu'une fonction $f(x)$ est la limite de la suite de fonctions $f_1(x), f_2(x), \ldots, f_n(x), \ldots$, dans un certain champ de variation de x, si, pour toute valeur x_0 appartenant à ce champ, la suite de quantités $f_1(x_0), f_2(x_0), \ldots, f_n(x_0), \ldots$, a pour limite $f(x_0)$.

» Considérons en premier lieu l'ensemble de toutes les fonctions continues; il existe des fonctions discontinues qui peuvent être considérées comme limites de fonctions continues; j'ai donné, dans ma Note du 21 mars 1898, la condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction possède cette propriété.

» Je dirai que les fonctions continues forment la classe 0, et que les fonctions discontinues limites de fonctions continues forment la classe 1. Une fonction de la première classe est donc représentable par une série convergente de fonctions continues, et même par une série convergente de polynomes.

» II. Supposons maintenant qu'on ait une suite de fonctions appartenant aux classes 0 ou 1, et possédant une fonction limite n'appartenant à aucune de ces deux classes. Je dirai que cette fonction limite est de la

seconde classe, et l'ensemble de ces fonctions formera la classe 2. Une fonction de classe 2 est ainsi développable en une série dont les termes sont des fonctions de classe 1, et *peut par conséquent être représentée par une série double dont les termes sont des polynomes*.

» Comme exemple simple d'une fonction de deuxième classe, je citerai la fonction $\varphi(x)$, définie dans l'intervalle $0 \leqq x \leqq 1$, qui prend la valeur 0 pour x rationnel et la valeur 1 pour x irrationnel. En effet, considérons la fonction $\varphi_n(x)$ qui prend la valeur 0 pour $x = \frac{p}{q}$, si q est $\leqq n$ et si $\frac{p}{q}$ est irréductible, et la valeur 1 pour toutes les autres valeurs de x. On voit que $\varphi(x)$ est la limite de $\varphi_n(x)$, quand n croît indéfiniment; de plus, chaque fonction $\varphi_n(x)$, n'ayant qu'un nombre fini de discontinuités, est de première classe; donc $\varphi(x)$ est de deuxième classe. Il résulte de là qu'il existe une série double

$$\Sigma_\alpha \Sigma_\beta P_{\alpha,\beta}(x),$$

les $P_{\alpha,\beta}$ étant tous des polynomes, qui est convergente pour chaque valeur de x comprise entre 0 et 1, à condition que la sommation soit effectuée d'abord par rapport à β, puis par rapport à α, et dont la somme est 0 quand x est rationnel, 1 quand x est irrationnel.

» III. De même que nous avons défini la classe 2, on pourra définir les fonctions de classe 3, 4, ..., n, ...

» Une fonction sera de classe n si elle est la limite d'une suite de fonctions appartenant aux classes 0, 1, 2, ..., $n-1$, et si elle n'appartient pas elle-même à l'une de ces classes. Une telle fonction, s'il en existe, pourra se représenter par une série d'ordre n, dont les termes seront des polynomes,

$$\Sigma_{\alpha_1} \Sigma_{\alpha_2} \ldots \Sigma_{\alpha_n} P_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}(x).$$

» On peut aller plus loin, en se servant de la notion de nombre transfini. Si l'on a une suite de fonctions dont chacune appartient à l'une des classes 0, 1, 2, ..., n, ..., et s'il existe une fonction limite ne faisant partie d'aucune de ces classes, nous dirons qu'elle appartient à la classe ω. Nous concevons de même l'existence possible de fonctions appartenant à la classe α, α étant un nombre transfini quelconque de la deuxième classe de nombres.

» Il y a lieu d'énoncer ici le théorème suivant :

» *Considérons l'ensemble* E *de toutes les fonctions, continues ou discontinues, qui viennent d'être définies, c'est-à-dire l'ensemble des fonctions appar-*

tenant aux classes marquées par un nombre de la première ou de la deuxième classe de nombres. Si une suite de fonctions appartenant à l'ensemble E *a une fonction limite, cette fonction limite appartient aussi à l'ensemble* E.

» La démonstration de ce théorème se fait presque immédiatement, en se servant du résultat de M. Cantor : une suite dénombrable de nombres de la première ou de la deuxième classe a une limite supérieure qui est un nombre de ces mêmes classes.

» Il convient de remarquer que l'ensemble E a la puissance du continu, tandis que l'ensemble de toutes les fonctions discontinues a une puissance supérieure; de sorte que l'ensemble E, tout en étant beaucoup plus général que l'ensemble des fonctions continues, ne forme qu'une catégorie très particulière de fonctions par rapport à l'ensemble de toutes les fonctions que l'on peut concevoir.

» IV. Il serait intéressant de pouvoir caractériser exactement les fonctions des différentes classes, comme il est possible de caractériser les fonctions de classe 1. En ce qui concerne les fonctions de classe 2, j'ai réussi seulement à obtenir des conditions nécessaires; pour énoncer l'une de ces conditions, je poserai les définitions suivantes :

» Je dirai qu'un ensemble linéaire de points E est de *première catégorie*, s'il existe une infinité dénombrable d'ensembles $E_1, E_2, \ldots, E_n, \ldots$, dont chacun n'est dense dans aucune portion du continu, et telle que tout point de E fait partie de l'un au moins des ensembles E_n. Un ensemble qui ne satisfait pas à cette condition sera dit de *deuxième catégorie*. On a la propriété suivante : L'ensemble complémentaire (par rapport au continu) d'un ensemble de première catégorie est de deuxième catégorie.

» Considérons maintenant une fonction de x. Dans un intervalle ab, soient $M_0(ab)$ et $m_0(ab)$ les limites supérieure et inférieure de la fonction; il existe entre ces nombres d'autres nombres, $M_1(ab)$ et $m_1(ab)$, possédant les propriétés suivantes : $M_1(ab)$ est la limite supérieure des nombres λ tels que les points où $f(x) > \lambda$ forment un ensemble de deuxième catégorie; $m_1(ab)$ est la limite inférieure des nombres λ tels que les points où $f(x) < \lambda$ forment un ensemble de deuxième catégorie. En un point x_0, j'appellerai $M_1(x_0)$ et $m_1(x_0)$ les limites de $M_1(ab)$ et de $m_1(ab)$, quand on prend pour ab l'intervalle $(x_0 - \alpha, x_0 + \alpha)$ et qu'on fait tendre α vers 0. Posons, en outre, $\omega_1(x_0) = M_1(x_0) - m_1(x_0)$.

» Cela posé, *pour une fonction de deuxième classe, il existe dans tout intervalle des points où* $\omega_1(x_0) = 0$. »

OPTIQUE. — *Sur la détermination des numéros d'ordre de franges d'ordre élevé.* Note de MM. **A. Perot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. A. Cornu.

« La méthode de détermination des numéros d'ordre dont nous avons donné le principe est basée sur l'emploi d'un certain nombre de radiations simples convenablement groupées deux à deux. Nous utilisons pour ces mesures les radiations rouge et verte du cadmium (1), employées par M. Michelson, et les radiations jaune et verte du mercure. Nous avons dû faire une étude préalable de ces dernières et en mesurer les longueurs d'onde; ce travail sera décrit dans une prochaine Communication. Dans ce qui suit, nous rapporterons tout aux franges données par la radiation verte du cadmium; c'est en franges de cette radiation que nous exprimerons les périodes de coïncidences ou de discordances.

» Nous grouperons les radiations employées de la manière suivante :

» 1° Les deux raies jaunes du mercure

$$(\lambda = 0^{\mu},5769598 \quad \text{et} \quad \lambda = 0^{\mu},5790659),$$

assez voisines dans le spectre, ont une période de 311,9 (en longueurs d'onde de la radiation verte du cadmium). L'observation des coïncidences se fait à une vingtaine de franges près, c'est-à-dire que, sur les vingt franges qui précèdent et les vingt franges qui suivent la coïncidence, la séparation n'est pas appréciable. (C'est à cause de la constitution de ces radiations que nous avons dû observer les coïncidences, au lieu des discordances.)

» 2° La raie verte du mercure ($\lambda_m = 0^{\mu},54607427$) et la raie verte du cadmium ($\lambda_c = 0^{\mu},50858240$) ont une période de 14,565137; nous observons les discordances, et l'observation détermine sans ambiguïté la frange pour laquelle ce phénomène se produit.

» 3° Les radiations rouge et verte du cadmium ($\lambda_r = 0^{\mu},64384722$), très différentes, ont une période de 4,7599901. Nous observons les coïncidences et cette observation est rendue très facile par la grande différence de teinte des deux systèmes d'anneaux.

» Nous mesurons d'abord la distance des lames argentées avec une règle

---

(1) La raie bleue n'est pas assez étroite pour qu'on puisse utilement l'employer lorsque la différence de marche dépasse quelques centimètres.

divisée, de manière à savoir entre quelles coïncidences des deux raies jaunes sont les anneaux observés. Les coïncidences des radiations rouge et verte du cadmium se produisant à intervalles rapprochés, on en a toujours une dans le champ.

» Considérons l'un des anneaux verts qui encadrent cette coïncidence; soit K son numéro d'ordre, que nous nous proposons de déterminer. Supprimant la radiation rouge, nous superposons les radiations vertes du cadmium et du mercure, puis faisant varier lentement la distance des lames argentées, nous comptons le nombre de franges du cadmium qu'il faut faire passer, à partir de la frange K, pour arriver à la discordance des deux systèmes d'anneaux verts. Soit C ce nombre qui est nécessairement plus petit que 14 et inférieur à 7, si l'on a le soin de produire le déplacement dans le sens le plus favorable. Enfin, nous faisons encore varier la distance jusqu'à ce que nous arrivions à une coïncidence des deux raies jaunes du mercure, et pendant ce mouvement nous comptons les discordances des deux raies vertes qui passent; soit C′ ce nombre qui sera inférieur à une dizaine dans les circonstances les plus défavorables. Il a passé $C' \times 14,57$ franges vertes du cadmium. Soit enfin m le numéro de la coïncidence des deux radiations jaunes, que fait connaître la mesure approchée de l'épaisseur.

» Supposons, pour fixer les idées, que les deux mouvements effectués aient eu pour effet de rapprocher les lames argentées. Si la coïncidence des deux raies jaunes était exactement donnée par l'expérience, le numéro de la frange verte correspondant à la frange prise comme frange de coïncidence serait $311,9 \times m$ et la discordance des deux raies vertes voisines de K aurait pour numéro d'ordre

$$H = 311,9 \times m + 14,57 \times C'.$$

» En réalité, il y a, sur l'observation de la coïncidence des deux raies jaunes, une incertitude totale d'une quarantaine de franges. Le numéro d'ordre vrai de la discordance peut différer de 20 du nombre calculé H. On calculera alors les numéros des discordances des deux raies vertes comprises dans un intervalle de 20 franges de part et d'autre de H; il y en aura au moins 3 ou 4, parmi lesquelles se trouve celle qui a été observée au voisinage de la frange K. D'autre part, en ajoutant le nombre C au numéro de la frange de discordance, on doit tomber sur une coïncidence des raies verte et rouge du cadmium; ayant calculé une Table de ces coïncidences, le choix sera immédiat. Un contrôle important sera donné par ce fait que

les coïncidences des deux raies du cadmium ne sont pas toutes exactes. L'observation donne au jugé, avec une précision de $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$, la fraction qui caractérise l'inexactitude de la coïncidence; la fraction calculée doit concorder avec la fraction observée.

» L'appareil interférentiel ne diffère que par quelques perfectionnements du spectroscope interférentiel que nous avons précédemment décrit. Nous n'avons rien eu à changer aux organes de réglage du parallélisme des surfaces, mais il a fallu perfectionner les organes de déplacement parallèle. Le patin qui porte l'une des lames argentées peut être déplacé dans les deux sens au moyen d'une vis, qui ne tourne pas, et dont l'écrou reçoit un mouvement de rotation au moyen d'une vis tangente. L'autre lame est portée par un fort ressort à lames d'acier, qu'un soufflet de caoutchouc plein d'eau permet de déprimer très légèrement; on a ainsi un déplacement de quelques franges, qui peut se faire dans les deux sens sans à-coup ni temps perdu.

» Le patin mobile porte une échelle divisée qui vise un microscope fixe; on a ainsi à chaque instant la distance approchée des lames argentées. L'observation des coïncidences des deux raies jaunes du mercure permet de déterminer la lecture qui correspond à la distance nulle et d'étalonner la règle divisée avec une précision suffisante.

» Les tubes à cadmiun et à mercure (tubes de M. Michelson), montés en série sur le circuit induit de la bobine, sont placés aux foyers de deux lentilles, dont les axes se rencontrent à angle droit. Au point d'intersection est placée une lame faiblement argentée, ou une pile de glaces, inclinée à 45°, que l'un des faisceaux traverse tandis que l'autre est réfléchi. On obtient ainsi la superposition complète des deux faisceaux, comme s'ils provenaient d'une même source lumineuse. Deux écrans mobiles, que l'observateur manœuvre au moyen de ficelles, permettent de supprimer la lumière de l'un ou l'autre tube.

» Dans l'observation des coïncidences, on se sert, pour éliminer les radiations que l'on ne veut pas utiliser, de liquides absorbants généralement contenus dans de très petites cuves placées contre l'œil. Une épaisseur de quelques millimètres de chromate neutre de potassium absorbe des radiations violettes et bleues sans altérer les vertes, jaunes et rouges. Le chlorure de nickel absorbe le rouge. Du bichromate de potassium, sous une épaisseur de quelques centimètres, ou de l'acide chromique sous une épaisseur moindre, ne laissent passer, dans la lumiere du tube à mercure, que les deux radiations jaunes.

» On voit que cette méthode, assez analogue en principe à la méthode des excédents fractionnaires, en diffère sensiblement dans l'application; elle n'exige pas l'emploi d'un compensateur, ni la fixité absolue du système de franges pendant la mesure; il suffit de pouvoir faire varier la distance des lames argentées de petites quantités qu'il est inutile de mesurer. »

OPTIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire du quartz dans l'infra-rouge.* Note de M. **R. Dongier**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans la séance du 26 juillet 1897 (1), j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de mes recherches sur le pouvoir rotatoire du quartz dans l'infra-rouge. Les radiations dont j'ai fait usage étaient définies par les indices du spath ; mais j'avais calculé leurs longueurs d'onde en utilisant les recherches antérieures de M. Carvallo sur la dispersion du spath.

» M. Carvallo ayant modifié (*Comptes rendus*, 28 mars 1898) les résultats de ses premières recherches sur la dispersion du spath, je dois rectifier les conclusions que j'avais adoptées.

» La première partie du Tableau suivant contient les nombres modifiés relatifs à mes expériences, ainsi que les valeurs du pouvoir rotatoire calculées à l'aide de la formule de M. Carvallo :

$$\rho = \frac{11,076\,n^2 - 21,027}{\lambda^2}\ (^2).$$

» La deuxième partie contient les déterminations expérimentales de M. Carvallo, rapportées au nouveau système de longueurs d'onde.

n_e du spath.	Valeurs de λ anciennement adoptées.	Valeurs nouvelles de λ.	n_0 du quartz.	ρ calculé.	ρ observé (Dongier).	Différence Obs.—Calc.
	μ	μ		°	°	
1,64997 ...	0,767	0,761	1,53915	12,681	12,59	0,090
1,64836 ...	0,817	0,810	1,53815	11,116	11,11	0,006
1,64672 ...	0,875	0,868	1,53711	9,648	9,63	0,018
1,64494 ...	0,95	0,940	1,53595	8,178	8,14	0,038
1,64292 ...	1,04	1,035	1,53451	6,696	6,66	0,036
1,64031 ...	1,19	1,170	1,53268	5,191	5,18	0,011
1,63682 ...	1,415	1,369	1,53011	3,740	3,70	0,040
1,63009 ...	1,82	1,744	1,52478	2,241	2,22	0,021

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 228. Cette Note contient le Tableau de mes résultats où, par erreur, les mots *extraordinaire* et *ordinaire* ont été mis à la place l'un de l'autre.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVI, p. 118.

n_0 du spath.	Valeurs de λ anciennement adoptées.	Valeurs nouvelles de λ.	n_0 du quartz.	ρ calculé.	ρ observé (Dongier).	Différence Obs. — Calc.
	μ	μ		°	°	
1,47446 ...	2,4	2,20	1,51757	1,35	1,66	—0,31

n_0 du spath.					ρ observé (Carvallo).	
1,64245 ...	1,08	1,057	1,53420	6,410	6,18	0,23
1,63620 ...	1,45	1,405	1,52932	3,529	3,43	0,099
1,63083 ...	1,77	1,704	1,52534	2,364	2,28	0,084
1,62415 ...	2,14	2,030	1,52087	1,619	1,60	0,019

» Les nombres que j'ai obtenus avec le spectre ordinaire du spath diffèrent des nombres calculés à l'aide de la formule de M. Carvallo de quantités petites qui sont de l'ordre de grandeur des erreurs fortuites. Cette concordance remarquable entre la théorie et l'observation peut être considérée comme un contrôle *a posteriori* de l'exactitude de mes résultats expérimentaux. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge d'une bouteille de Leyde* (¹). Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« La décharge d'une bouteille de Leyde est lancée à travers le circuit de deux bobines 1 et 2 rangées en série.

» La différence de potentiel entre les extrémités de la bobine 1, à un instant t quelconque, est, dans l'hypothèse de l'uniformité du courant de décharge,

$$v_1 = r_1 i + l_1 \frac{di}{dt},$$

i désignant le courant, r_1 la résistance de la bobine et l_1 le coefficient d'induction de tout le circuit sur la bobine 1.

» Si la bobine est formée de fil de cuivre de diamètre de l'ordre du millimètre ou du $\frac{1}{10}$ de millimètre, l'expérience montre que le terme $r_1 i$ est négligeable devant $l_1 \frac{di}{dt}$ dans la formation des potentiels que nous aurons

(¹) Institut de Physique de l'Université de Lille.

à considérer dans la suite (¹); par conséquent, on peut écrire

$$v_1 = l_1 \frac{di}{dt}. \tag{1}$$

» De même, entre les extrémités de la bobine 2, la différence de potentiel à l'instant t est

$$v_2 = l_2 \frac{di}{dt}, \tag{2}$$

l_2 étant le coefficient d'induction de tout le circuit sur la bobine 2.

» Enfin, aux extrémités de la double bobine formée par les bobines 1 et 2 en série, la différence de potentiel au même instant t est

$$V = v_1 + v_2, \tag{3}$$

que le courant soit uniforme ou non. Si le courant est uniforme

$$V = (l_1 + l_2) \frac{di}{dt}, \tag{4}$$

v_1, v_2, V passent au même instant par leur maximum et *le potentiel maximum atteint entre les extrémités de la double bobine est la somme des potentiels maxima atteints aux extrémités de chacune d'elles.*

» Si le courant n'était pas uniforme, cette relation n'aurait pas lieu, car le maximum du potentiel, aux extrémités de chaque bobine, ne se produirait pas au même instant.

» Dans nos expériences, le potentiel est mesuré par la méthode des étincelles.

» On place en dérivation sur la bobine, entre les extrémités de laquelle on veut mesurer le potentiel maximum, un excitateur à boules; on détermine la distance critique de cet excitateur en observant scrupuleusement les règles que nous avons fixées à ce sujet (²) et sous lesquelles il y a égalité des potentiels explosifs statique et dynamique (³).

» Le potentiel explosif statique correspondant, mesuré avec l'électromètre de MM. Bichot et Blondlot, est le potentiel dynamique cherché.

(¹) *Thèses de la Faculté des Sciences de Paris*, p. 9 et 10; mai 1897. — *Éclairage électrique*, p. 297 et 298; mai 1897.

(²) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, p. 22 et 23. — *Éclairage électrique*, p. 402; mai 1897.

(³) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, p. 36. — *Éclairage électrique*, juin 1897.

» Les expériences ont vérifié l'égalité $V = v_1 + v_2$ pour les potentiels maxima.

» Si l'on admet l'égalité des potentiels explosifs dynamique et statique démontrée antérieurement (1), l'uniformité du courant de décharge reçoit une confirmation expérimentale. On peut y voir également une nouvelle preuve de l'égalité des potentiels explosifs statique et dynamique sous les conditions spécifiées à un autre endroit (1).

» La bouteille de Leyde avait une capacité de $\frac{1}{200}$ de microfarad; chaque bobine avait une self-induction de l'ordre du $\frac{1}{10000}$ de quadrant; les oscillations avaient une période de l'ordre du $\frac{1}{500000}$ de seconde.

» Les potentiels explosifs V ont atteint 50 à 60 unités électrostatiques C.G.S.. »

ÉLECTRICITÉ. — *Comparaison du champ hertzien dans l'air et dans l'huile*. Note de M. **Albert Turpain**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Communication précédente (2), j'ai montré qu'un résonateur de Hertz, maintenu dans le plan même des fils qui concentrent le champ (position II), décèle un système de sections nodales et ventrales alternant avec celles qu'il indique dans la position classique, perpendiculaire à la direction des fils (position I), les nœuds de l'un des systèmes coïncidant avec les ventres de l'autre et inversement.

» Que devient ce double système de sections notables lorsqu'on change la nature du diélectrique au sein duquel se passent les phénomènes? C'est pour répondre à cette question qu'ont été entreprises les expériences suivantes.

» Pour garder à cette étude un caractère expérimental j'ai opéré par une méthode directe.

» Dispositif. — Un réservoir en bois, parallélépipède de 4^m de longueur sur 30^{cm} de largeur et 25^{cm} de profondeur, peut contenir 260^{lit} de liquide. Deux fils parallèles, issus de plaques avoisinant un excitateur hertzien, sont tendus à l'intérieur, au niveau de la section moyenne dans le sens de la longueur. Quatre résonateurs filiformes, rectangulaires, mesurant 45^{cm}, 56^{cm}, 90^{cm} et 120^{cm} peuvent être commodément disposés

(1) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, p. 22 et 23.

(2) *Comptes rendus*, 31 janvier 1898. — *Procès-verbaux Soc. Sc. phys. nat. Bordeaux*, 20 janvier 1898.

dans les deux positions I et II. Les deux derniers ont été, vu leur longueur, contournés en deux spires rectangulaires. Le même micromètre s'adapte aux quatre résonateurs. Une cage de fils métalliques, entourant l'appareil dans le sens de la longueur, empêche la dissipation du champ à l'extérieur.

» Le diélectrique choisi est une huile de pétrole présentant une complète homogénéité et une grande inaltérabilité, qui a été aimablement mise à ma disposition par M. Renous, directeur de la Station centrale d'Électricité de Bordeaux-les-Chartrons, où sont disposées ces expériences.

» I. Champ dans l'air. — Les quatre résonateurs, étudiés dans l'air, au sein du réservoir, ont donné les résultats suivants :

	Résonateurs			
	α.	β.	γ.	δ.
Longueurs.....	46cm	56cm	90cm	120cm
$\frac{\lambda}{2}$ (air).....	74cm	85cm	143cm	189cm

» Les deux premiers seuls suivent la loi énoncée dans une Communication précédente (1) : $2(L - L') = \lambda - \lambda'$; la self-induction notable des deux derniers, due à leur forme, est la cause probable de l'exception qu'ils présentent relativement à cette loi.

» II. Champ dans l'huile. — Les mesures dans l'huile, faites par la méthode du pont, en maintenant : 1° tout le résonateur, *sauf le micromètre*, dans l'huile; 2° tout le résonateur, *y compris le micromètre*, dans l'huile, ont donné les résultats suivants (*a*, *h*, indiquent que le micromètre est dans l'air ou dans l'huile) :

	I, *a*.	I, *h*.	II, *a*.	II, *h*.	$\frac{\lambda}{2}$ (air).
	cm	cm	cm	cm	cm
α.....	65	73	75	86	74
β.....	71	80	85	95	85
γ.....	125	138	144	163	143
δ.....	163	186	190	211	189

Résultats. — Les mesures effectuées *en maintenant le micromètre dans l'air* permettent d'énoncer les lois suivantes :

» 1° *Les longueurs d'onde que décèle un même résonateur, maintenu dans la* position I, *au sein de l'air et au sein de l'huile, sont* différentes.

» *Elles sont moindres dans l'huile que dans l'air.*

» 2° *Pour la* position II, *ces longueurs d'onde sont* égales *dans l'air et dans l'huile.*

» Les mesures relatives au résonateur plongé dans l'huile, ainsi que le micromètre, sont notablement supérieures aux précédentes. Une expé-

(1) *Comptes rendus*, 31 janvier 1898.

rience complémentaire prouve que cela est dû à la perturbation micrométrique inégale dans l'air et dans l'huile. Cette expérience consiste à déterminer les longueurs d'onde que donne, dans l'air, chaque résonateur dont le micromètre plonge dans un godet qu'on remplit ou non d'huile. Les différences trouvées sont très sensiblement égales à celles que l'on extrait du précédent Tableau.

» Une expérience met d'ailleurs hors de doute l'influence de la nature du diélectrique relativement aux longueurs d'onde de la position I et sa non-influence sur celles de la position II. En faisant varier le niveau du liquide dans le réservoir on constate que la longueur d'onde que décèle un résonateur dans la position I demeure constamment celle qu'il mesure dans l'air, *tant que les fils ne baignent pas dans l'huile,* mais que cette longueur d'onde *saute brusquement* à la valeur qu'elle affecte pour l'huile, dès que les fils qui concentrent le champ baignent dans l'huile. Ce saut brusque accompagne toujours l'immersion ou l'émersion des fils. Au contraire, un résonateur, disposé dans la position II, ne manifeste dans ce cas aucune différence, conformément aux expériences antérieures de M. Blondlot (1) avec l'huile de ricin.

» Les résultats de cette étude conduisent à énoncer les deux lois *expérimentales* suivantes :

» 1° *Les longueurs d'onde que décèle un résonateur maintenu dans la* POSITION I VARIENT *avec la nature du diélectrique au sein duquel se produisent les phénomènes;*

» 2° *Celles décelées dans la* POSITION II SONT INDÉPENDANTES *de la nature du diélectrique au sein duquel elles sont mesurées.* »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur les résonateurs et sur l'effluve de résonance.* Note de M. **Oudin**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai fait, en 1892, connaître le principe de l'élévation de tension des courants de haute fréquence par la résonance. Depuis lors mon premier appareil a subi plusieurs modifications et aujourd'hui il se présente sous la forme d'un solénoïde de fil de cuivre rouge non isolé, enroulé autour d'un cylindre de bois paraffiné.

» Ce fil a $0^m,003$ de diamètre, sa longueur est de 60^m et l'écartement

(1) *Comptes rendus,* 25 juillet 1892.

de ses spires de $0^m,01$. La haute fréquence est produite, soit par une machine à influence, soit par un quelconque des dispositifs de Hertz ou de Tesla. Mais l'appareil qui me donne le meilleur rendement est celui qu'a imaginé M. d'Arsonval et dans lequel l'étincelle oscillante éclate entre les armatures internes de deux bouteilles de Leyde. Ces condensateurs sont de relativement faible capacité (50^{cq} de surfaces actives). Leurs armatures externes sont reliées au résonateur, l'une aboutissant à son extrémité inférieure, l'autre à une des spires voisine de cette extrémité, par l'intermédiaire d'un fil souple dont on fait varier le point d'attache au résonateur pour régler son ajustage.

» On sépare ainsi le résonateur en deux solénoïdes qui se font suite l'un à l'autre. Dans le premier, plus court, prennent naissance les oscillations de haute fréquence, en même temps que sont fermés en court circuit les courants de basse fréquence qui se produisent concurremment; dans le second, plus long, la haute fréquence agit seule et atteint par self-induction l'énorme tension que l'on constate dans cet appareil, sans qu'il soit nécessaire, pour l'obtenir, de se servir, comme le conseille Tesla, de bobines induites isolées dans l'huile.

» L'isolement du résonateur ne présente en effet aucun intérêt. Quand son réglage est bon, on voit de toute sa dernière spire, et rien que d'elle, jaillir des gerbes d'effluves qui ne ressemblent en rien à ceux de la machine statique. Au lieu d'une lueur continue, ils offrent l'aspect d'aigrettes violacées sinueuses, atteignant $0^m,12$ ou $0^m,15$ de longueur et couronnant la circonférence supérieure du résonateur d'une auréole lumineuse très brillante dans l'obscurité. Quelles que soient les dimensions du résonateur, c'est toujours de sa dernière spire seule, et des conducteurs qu'on y peut relier, que s'échappent ces aigrettes. La réaction des autres spires les unes sur les autres empêche cette projection d'effluves à l'air libre, à moins qu'on en approche une capacité quelconque, la main par exemple. De même, tant que l'ajustage n'est pas bon, on voit éclater entre les premières spires des étincelles bruyantes de relativement basse tension qui cessent de se produire quand le réglage est parfait. Il semble qu'alors toute l'énergie soit utilisée comme self-induction.

» Le résonateur crée dans toute la pièce où il est placé un champ électrostatique alternatif très intense. De tous les objets métalliques on peut tirer des étincelles. Un tube de Geissler s'illumine à 2^m de lui quand deux observateurs s'en tiennent à égale distance; s'ils sont au même potentiel, rien ne se produit; mais, si l'un en est plus rapproché que l'autre, ils peu-

vent, en raison de l'amortissement rapide de ces oscillations, faire éclater entre leurs doigts des étincelles dont la longueur atteint 2^{mm} ou 3^{mm}, peut aller jusqu'à 10^{mm} ou 15^{mm}, si l'on monte en résonateur une cage d'auto-conduction à l'intérieur de laquelle se tient un des observateurs. De même, si une personne présente sa main à l'effluve, on peut, de tous les points de son corps, au travers des vêtements les plus épais, tirer des étincelles produisant un picotement désagréable et qui, chose curieuse, deviennent bien moins nourries si la main, se rapprochant davantage du résonateur, en tire des étincelles au lieu d'effluves. C'est probablement pour la même cause que l'effluve provoque en certains points de la tête, quand il rencontre des filets nerveux superficiels, une douleur assez vive qu'on ne peut reproduire en faisant éclater des étincelles sur le même point.

» Cet effluve possède d'ailleurs une puissance de projection et de pénétration extrême que l'on peut démontrer de la façon suivante. On prend une lame diélectrique quelconque, verre ou ébonite, desséchée et essuyée avec soin, et on la tient au moyen d'une pince isolante en bois. Si l'on en approche une pointe métallique reliée au résonateur et maintenue à $0^{m},02$ ou $0^{m},03$ de sa surface, on voit l'effluve qui jaillit de la pointe traverser la lame isolante et continuer son trajet dans l'air de l'autre côté, perpendiculairement au plan du diélectrique, comme s'il s'agissait d'une substance poreuse. On traverse ainsi des lames de verre ou d'ébonite de $2^{mm},5$ d'épaisseur, et cela sans qu'il y ait de l'autre côté le moindre corps pouvant agir comme capacité et transformer le diélectrique en condensateur. Si la lame de verre est représentée par un tube de Crookes, à l'intérieur duquel se trouve un écran fluorescent, on voit celui-ci se cribler de points lumineux, projections des lignes de l'effluve, en tenant la pointe métallique à $0^{m},10$ de la surface du verre.

» L'action prolongée de l'effluve de haute fréquence sur la peau produit des lésions analogues à celles des rayons X : épaississement, fendillement de l'épiderme, hyperkératose et troubles de circulation caractérisés par une apparence cyanique des extrémités. J'ai dit, d'autre part, les grands services qu'il pouvait rendre en Thérapeutique dermatologique. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Visibilité de la tache aveugle.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Tout le monde s'accorde à admettre l'invisibilité de la tache aveugle, cette région de la rétine où se fait la pénétration des fibres du nerf optique

(papille optique). Deux ordres de faits établissent cette opinion : 1° aucune fibre de ce nerf ne se termine dans la papille optique; 2° cette région est inexcitable par la lumière. Les objets lumineux qui se trouvent dans le champ visuel, au-devant de cette lacune assez étendue (6° dans le sens horizontal), ne sont pas perçus quand un seul œil est ouvert; ils sont seulement perçus dans le regard binoculaire par une partie correspondante de la rétine du second œil.

» Dans le regard monoculaire, nous ne remarquons cependant pas généralement la lacune de Mariotte, à moins de diriger artificiellement sur elle notre attention. On n'a pas su expliquer encore comment notre représentation visuelle de l'étendue n'était pas déformée aux environs de cette région, et comment les objets lumineux coupés par une telle lacune pouvaient se raccorder sans modifications, malgré les déplacements de l'œil. Les faits suivants donneront la réponse, en montrant que la tache de Mariotte est réellement visible, c'est-à-dire représentée et localisée dans l'ensemble des sensations visuelles.

» Je l'ai remarqué pour la première fois après un exercice musculaire assez fort au soleil et à la chaleur; retiré dans une pièce à demi obscure et placé en face d'un mur uniformément blanc, je cherchais, comme je le fais depuis plusieurs années, à obtenir, à l'aide de battements des paupières, la perception entoptique de la *macula lutea;* j'ouvrais et refermais successivement les paupières plusieurs fois par seconde, ce qui produit des éclairements et des obscurcissements brusques de tout le champ visuel. Je remarquai alors, à droite et à gauche du point de fixation binoculaire, deux taches sombres ovales correspondant exactement, comme siège et comme limites, à la projection des deux papilles, ainsi que je m'en assurai expérimentalement (1).

» La sensation de noir ou de sombre est déjà une sensation visuelle. Mais ces taches, pour un certain rythme des mouvements de la paupière (quatre fois par seconde environ), devenaient alternativement plus sombres et plus claires que le fond, plus sombres à l'ouverture, plus claires à la fermeture. Depuis cette observation, je reproduis à volonté le phénomène, surtout celui des taches sombres, qui peuvent être plus ou moins nettes, mais qui sont faciles à reconnaître quand on les a vues une fois; les

(1) Helmholtz signale des taches sombres analogues sans leur attacher d'importance.

taches claires sont plus nuageuses et peuvent échapper plus facilement à l'observation, mais leur existence et leur siège papillaire ne laissent aucun doute; on les produit isolément, en dehors des mouvements rythmiques précédents, en se plaçant au-devant d'une surface uniforme, étendue et peu éclairée (au-dessous de $\frac{1}{10}$ de carcel-mètre), et fermant brusquement les yeux; de même, la tache sombre se montre isolément par l'ouverture brusque des paupières; le siège en est si net que je puis indiquer instantanément du doigt la place du *ponctum cæcum*. L'expérience peut être faite soit avec un seul œil, soit avec les deux (1).

» Les taches, situées à 15° environ en dehors du point de fixation, se montrent pendant une fraction de seconde, au moment de l'éclairement ou de l'obscurcissement du champ visuel, et disparaissent. Elles représentent donc un court retard de la région papillaire sur le reste de la rétine, mais elles montrent, sans doute possible, la participation de cette région à la représentation visuelle de l'espace. La place de la papille optique ou de la tache aveugle doit donc exister dans la sphère visuelle corticale et y être représentée par des cellules spéciales (qui probablement sont reliées de chaque côté aux éléments périphériques occupant dans la rétine de l'autre œil la place correspondant à la papille du premier). Comment ces cellules centrales entrent-elles en activité sous l'influence d'un changement d'éclairage de l'œil qui ne leur envoie pas d'excitations réelles, puisqu'il n'y a pas là d'éléments rétiniens impressionnables? Peut-être reçoivent-elles par irradiation nerveuse communication de l'excitation des cellules voisines, ce qui demanderait un certain temps et rendrait compte du retard constaté dans la sensation, retard nécessité par leur mise en équilibre avec les cellules directement excitées. Cette explication n'est d'ailleurs pas la seule possible.

» Voici maintenant une expérience encore plus frappante dans laquelle l'excitation des éléments rétiniens environnant la papille, au lieu de se communiquer telle quelle, produit, au contraire, une sorte d'inhibition, se traduisant par un phénomène de contraste, sur les éléments percepteurs correspondant à la tache aveugle. Les yeux restant fermés sans effort au-devant du jour, le champ visuel paraît entièrement éclairé d'une lueur

---

(1) On peut remplacer les mouvements des paupières par ceux d'un écran opaque. Le phénomène est facilité par une circulation céphalique plus active. Des pressions brusques sur l'œil ne suffisent *généralement* pas à le produire.

rougeâtre; si l'on déplace alors *brusquement et fortement* l'œil en dedans et un peu en bas, il y a tiraillement du pourtour de la papille, d'où apparition d'un anneau ovale plus clair que le fond et à l'intérieur duquel la papille se montre *comme une tache verte plus ou moins sombre*, très bien limitée, contrastant nettement avec le fond, et durant plus ou moins longtemps suivant la durée de l'effort réalisé. Ce phénomène passe généralement inaperçu, si la paupière est ouverte, mais peut être reproduit sous des formes diverses.

» Tous ces faits s'accordent à montrer que la papille optique, bien qu'insensible à la lumière et aveugle au sens propre du mot, est réellement représentée dans l'espace par des sensations visuelles positives occupant la même place que si elle était remplacée dans l'œil par un vrai morceau de rétine en continuité avec le reste de cette membrane. »

ACOUSTIQUE. — *Timbre ou vocables des quinze voyelles de la langue française*. Note de M. **Monoyer**, présentée par M. A. Chauveau.

« On sait, depuis les recherches de Helmholtz et de Donders, que les voyelles se différencient les unes des autres par la note ou *vocable* (Jamin) que produit la résonance des cavités buccales et nasales qui sont mises en communication avec le tuyau laryngien, siège de la source sonore. Mais, si les expérimentateurs sont d'accord sur le principe de la théorie, ils sont loin de s'entendre, quand il s'agit d'assigner à chaque voyelle la vocable qui lui convient. D'autre part, sur les quinze voyelles dont on fait usage dans la langue française, la moitié ou peu s'en faut, sept, n'a été l'objet d'aucune recherche, et les huit autres ont été étudiées principalement par des savants de langue allemande. Telles sont les raisons qui nous engagent à faire connaître le résultat de nos propres recherches sur cette question.

» Nous avons expérimenté uniquement sur la voix *chuchotée* : c'est le seul moyen d'éviter que le son propre de la cavité résonante soit masqué par la note laryngienne. Nous sommes ainsi parvenu à déterminer les vocables des quinze voyelles de la langue française et à en faire la base d'une classification aussi simple que conforme au mécanisme physiologique de l'émission des voyelles.

» Afin de pouvoir représenter toutes les voyelles à l'aide des lettres de la langue écrite et sans faire usage de lettres doubles, nous aurons recours

aux accents aigu et grave, ainsi qu'aux signes ˘ et ‿ placés au-dessus de la lettre. Grâce à ce moyen, nous représenterons de la manière suivante les onze voyelles *buccales* ou voyelles proprement dites :

$$\breve{\mathbf{O}}\ (\text{ou}),\quad \mathbf{U},\quad \mathbf{I},$$

$$\mathbf{O}\ [\textit{mot}],\quad \grave{\mathbf{O}}\ [\textit{or}],\quad \mathbf{A}\ [\textit{grâce}],\quad \grave{\mathbf{A}}\ [\textit{papa}],$$

$$\mathbf{E}\ [\textit{le}],\quad \breve{\mathbf{E}}\ (\text{eu})\ [\textit{leur}],\quad \acute{\mathbf{E}}\ [\textit{lé}],\quad \grave{\mathbf{E}}\ [\text{Angèle}],$$

et les quatre voyelles *nasales*, ou mieux *bucco-nasales* :

$$\tilde{\mathbf{O}}\ (\text{on}),\quad \tilde{\mathbf{A}}\ (\text{an}),\quad \tilde{\mathbf{U}}\ (\text{un}),\quad \tilde{\mathbf{I}}\ (\text{in}).$$

» Nous avons mis entre parenthèses l'écriture usuelle de la voyelle, lorsqu'elle diffère de la nôtre, et entre crochets un mot faisant connaître la prononciation de la voyelle, lorsque l'écriture ne l'indique pas.

» Cela posé, nous avons trouvé que les vocables des trois voyelles *fondamentales* $\breve{\mathbf{O}}$, **U**, **I** sont à l'octave l'une de l'autre et correspondent respectivement aux notes $si_3^\flat$, $si_4^\flat$, $si_5^\flat$. En prononçant successivement et à voix chuchotée les trois voyelles en question, il est, pour ainsi dire, impossible, même à une oreille peu exercée, de ne pas reconnaître l'intervalle d'octave qui existe entre les vocables correspondantes.

» Les douze autres voyelles se placent par leurs vocables dans les deux intervalles d'octave que nous venons d'indiquer et y forment trois groupes de quatre voyelles chacun, le groupe des voyelles *fermées*, celui des voyelles *ouvertes* et celui des *nasales*.

» Le groupe des voyelles fermées comprend **O**, **A**, **E**, **É** qui ont pour vocables respectives $ré_4''$, fa_4, $ré_5''$, fa_5.

» A chaque voyelle fermée correspond une voyelle ouverte, dont la vocable est d'un demi-ton plus élevée, en sorte que les vocables des voyelles $\grave{\mathbf{O}}$, $\grave{\mathbf{A}}$, $\breve{\mathbf{E}}$, $\grave{\mathbf{E}}$ sont $ré_4^\sharp$, $fa_4^\sharp$, $ré_5^\sharp$, $fa_5^\sharp$. L'intervalle d'un demi-ton entre les vocables de la voyelle fermée et de sa correspondante ouverte est des plus manifestes.

» Enfin, chaque voyelle ouverte a une nasale correspondante qui possède deux vocables : l'une des vocables est la même que celle de la voyelle ouverte; l'autre, provenant de la résonance des cavités nasales, est évidemment commune à toutes les voyelles nasales et répond à la note $si_4^\flat$.

» La correspondance entre les voyelles ouvertes et les nasales est la suivante :

Voyelles ouvertes	$\grave{O}$, $\grave{A}$, $\grave{E}$, $\grave{E}$.
Voyelles nasales	$\tilde{O}$, $\tilde{A}$, $\tilde{U}$, $\tilde{I}$.

» Nous n'avons de réserves à faire que relativement aux vocables des deux voyelles *a* et *à*, dont la détermination présente des difficultés toutes particulières, et à la vocable commune aux nasales, dont il ne nous a pas été donné de pouvoir faire la détermination isolée.

» Les résultats que nous venons d'indiquer sont résumés dans le Tableau suivant :

Vocables et classification des voyelles.

Voyelles fondamentales.	Voyelles fermées.	Voyelles ouvertes.	Voyelles nasales.
$\dot{O}$, $si^{\flat}_{3}$			
	O, $ré_{4}$	$\grave{O}$, $ré^{\sharp}_{4}$	$\tilde{O}$, $ré^{\sharp}_{4} + si^{\flat}_{4}$,
	A, fa_{4}	$\grave{A}$, $fa^{\sharp}_{4}$	$\tilde{A}$, $fa^{\sharp}_{4} + si^{\flat}_{4}$,
$\dot{U}$, $si^{\flat}_{4}$			
	E, $ré_{5}$	$\grave{E}$, $ré^{\sharp}_{5}$	$\tilde{U}$, $ré^{\sharp}_{5} + si^{\flat}_{4}$,
	É, fa_{5}	$\grave{E}$, $fa^{\sharp}_{5}$	$\tilde{I}$, $fa^{\sharp}_{5} + si^{\flat}_{4}$,
I, $si^{\flat}_{5}$			

PHOTOGRAPHIE. — *Action du persulfate d'ammoniaque sur l'argent des phototypes et utilisation de cette action.* Note de MM. **Lumière** frères et **Seyewetz**, présentée par M. Friedel.

« La technique photographique ne possède pas jusqu'ici de procédé permettant d'affaiblir directement un phototype dur, manquant de pose et trop développé, par exemple, sans détruire, ou tout au moins atténuer, les demi-teintes qui correspondent aux parties sombres de l'objet photographié.

» Les négatifs présentant cette défectuosité d'être en même temps trop peu posés et trop poussés au développement ne pouvaient donc jusqu'ici être améliorés.

» En effet, les substances utilisées jusqu'ici pour affaiblir les clichés, telles

que le mélange de ferricyanure de potassium et d'hyposulfite de soude, agissent sur l'argent qui forme l'image en le dissolvant graduellement à partir de la surface jusqu'au fond de la couche de gélatine. On sait, d'autre part, que l'image photographique est constituée par de l'argent réduit sous des épaisseurs d'autant plus grandes que l'action de la lumière a été plus intense : la réduction du sel haloïde d'argent par le développateur commence, en effet, par la surface de la couche et s'étend d'autant plus en profondeur que la région a été plus vivement impressionnée.

» Les affaiblisseurs jusqu'ici employés agissant à partir de la surface atténuent donc fortement les faibles impressions, tandis qu'il faudrait, au contraire, les respecter.

» Nous avons constaté que le persulfate d'ammoniaque $SO^4(AzH^4)$ en solution aqueuse jouit de la propriété d'affaiblir les clichés en agissant de préférence sur les parties les plus opaques, tout en conservant les demi-teintes des ombres qui, par les méthodes en usage, disparaissent les premières.

» Ce résultat, *a priori* paradoxal, peut s'expliquer si l'on admet que le nouvel agent exerce son action depuis le fond de la couche jusqu'à la surface, c'est-à-dire en sens inverse des substances jusqu'ici utilisées.

» Cette hypothèse, qui s'accorde avec les réactions observées, pourrait être développée de la façon suivante :

» *Théorie de l'opération.* — Le persulfate d'ammoniaque est, comme on le sait, un oxydant énergique. Sous l'influence de l'argent du cliché, il doit fort probablement donner un sel neutre double d'argent et d'ammoniaque qui est soluble dans l'eau; la solution, après avoir agi sur l'argent, précipite du reste par l'acide chlorhydrique ou les chlorures. La réaction peut vraisemblablement être exprimée par l'équation suivante :

$$SO^4(AzH^4) + Ag = SO^4 \begin{matrix} \nearrow Ag \\ \searrow AzH^4 \end{matrix}$$

Persulfate d'ammoniaque. — Argent. — Sulfate neutre double d'argent et d'ammoniaque.

» Bien que doué de propriétés oxydantes énergiques, le persulfate d'ammoniaque, de même que l'eau oxygénée, est susceptible de donner lieu à des réactions réductrices.

» Ainsi, ajouté à une solution de nitrate d'argent, il réduit rapidement l'argent à l'état métallique, en même temps qu'il se produit un abondant dégagement d'oxygène. Nous croyons que l'on peut exprimer cette réaction par l'équation suivante :

$$2[SO^4(AzH^4)] + 2(H^2O) + 2(AgAzO^3) = 2[SO^4H(AzH^4)] + 2(AzO^3H) + Ag^2 + O^2.$$

» Grâce à cette dernière réaction, il nous sera possible d'expliquer d'une façon ra-

tionnelle le mode d'action curieux du persulfate d'ammoniaque sur les couches de gélatine renfermant l'argent de l'image.

» Quand on plonge le cliché dans la solution de persulfate, celle-ci pénètre rapidement dans l'intérieur de la couche de gélatine et se trouve au contact de l'argent. Il se forme une petite quantité du sel double argentique qui se diffuse dans l'excès de solution de persulfate d'ammoniaque dans laquelle baigne la plaque. Celui-ci, en présence du sel double d'argent formé, tend à donner de l'argent réduit. Mais cette réaction inverse se produit surtout extérieurement à la couche de gélatine, puisque c'est là que se trouve l'excès de persulfate nécessaire pour la réduction, et doit aller en s'atténuant depuis la surface jusqu'au fond de la couche. C'est vraisemblablement cette réaction inverse qui tend à ralentir, extérieurement surtout, la dissolution de l'argent dans le persulfate d'ammoniaque. C'est pourqui il n'est pas possible avec ce réactif d'atténuer, même faiblement, les voiles de surexposition qui, on le sait, sont constitués par de l'argent réduit exclusivement à la surface de la couche de gélatine.

» *Pratique de l'opération.* — Nous avons reconnu que le persulfate d'ammoniaque agit le mieux en solution à 5 pour 100. En solution plus ou moins concentrée son mode d'action présente toujours les mêmes caractères, mais il est simplement plus rapide ou plus lent et conduit toujours au même résultat final. Si la teneur de la solution atteint 10 pour 100, la gélatine peut être altérée. Il ne faut donc pas dépasser 7 à 8 pour 100 dans la pratique pour le cas où l'on voudrait une action très rapide.

» L'action du persulfate d'ammoniaque peut s'exercer sur le cliché après un lavage à l'eau très sommaire, après le fixage, pour enlever la majeure partie de l'hyposulfite de soude; mais alors il faut rejeter, après quelques minutes d'immersion, le premier bain dans lequel a été plongée l'épreuve et le remplacer par un bain neuf, car le persulfate oxyde l'hyposulfite de soude, le transforme en bisulfate, et ce n'est que lorsque cette réaction est achevée que l'argent se dissout.

» Il est donc préférable, pour ne pas user inutilement du persulfate d'ammoniaque, d'éliminer complètement l'hyposulfite de soude du cliché, par lavage, avant de l'affaiblir.

» En sortant le cliché de la solution de persulfate, on remarque que l'action de ce corps se continue encore un peu en dehors du bain, et, si on ne lave pas de suite le cliché très abondamment, l'action affaiblissante peut aller un peu plus loin qu'on ne le voudrait.

» On peut éviter facilement cet accident, soit en arrêtant l'opération lorsque l'épreuve n'a pas encore atteint le degré d'affaiblissement que l'on désire obtenir, soit en plongeant immédiatement l'épreuve, à sa sortie du bain de persulfate, dans une solution de sulfite ou de bisulfite de soude à 10 pour 100 pendant quelques minutes.

» Ces corps transforment le persulfate d'ammoniaque en sulfate qui est alors sans action sur l'argent du cliché.

» On termine l'opération en éliminant les sels solubles qui restent dans la couche, par un lavage sommaire. Nous ferons observer que l'affaiblissement est plus rapide quand la gélatine du cliché est gonflée que si elle est sèche, ce qui confirme, du reste, le mode d'action du réactif.

» En outre, l'intensité de l'image, après avoir été diminuée, peut de nouveau être

augmentée par les procédés de renforcement habituels, le bichlorure de mercure et l'ammoniaque, par exemple.

» *Conclusions.* — En résumé, il deviendra possible, par l'emploi de persulfate d'ammoniaque, de tirer parti le plus complètement possible des clichés manquant de pose, en poussant le développement à fond, sans se préoccuper de la dureté de l'épreuve obtenue, de façon à faire venir le maximum de détails, puis l'on baissera le cliché dans la solution de persulfate d'ammoniaque en arrêtant l'action au moment convenable.

» On pourra enfin corriger les effets d'un développement trop poussé dans le cas d'une exposition normale, résultats qu'aucun affaiblisseur connu ne pouvait donner jusqu'ici. »

PHOTOGRAPHIE. — *Des causes de trouble apportées aux images radiographiques par l'emploi des écrans renforçateurs* (1). Note de M. **A. Londe**, présentée par M. Marey.

« On a proposé, en Radiographie, l'emploi d'écrans renforçateurs destinés à augmenter l'intensité du négatif et à permettre, par suite, une diminution du temps d'exposition. Ces écrans sont constitués par du platinocyanure de baryum ou de potassium, du tungstate de chaux, du sulfure de calcium, du sulfure de zinc de Ch. Henry, etc.

» Si les auteurs ne sont pas d'accord sur la valeur comparative de l'action renforçatrice de ces divers produits, par contre ils signalent tous l'altération de l'image par suite de la formation d'un grain qui lui enlève toute netteté.

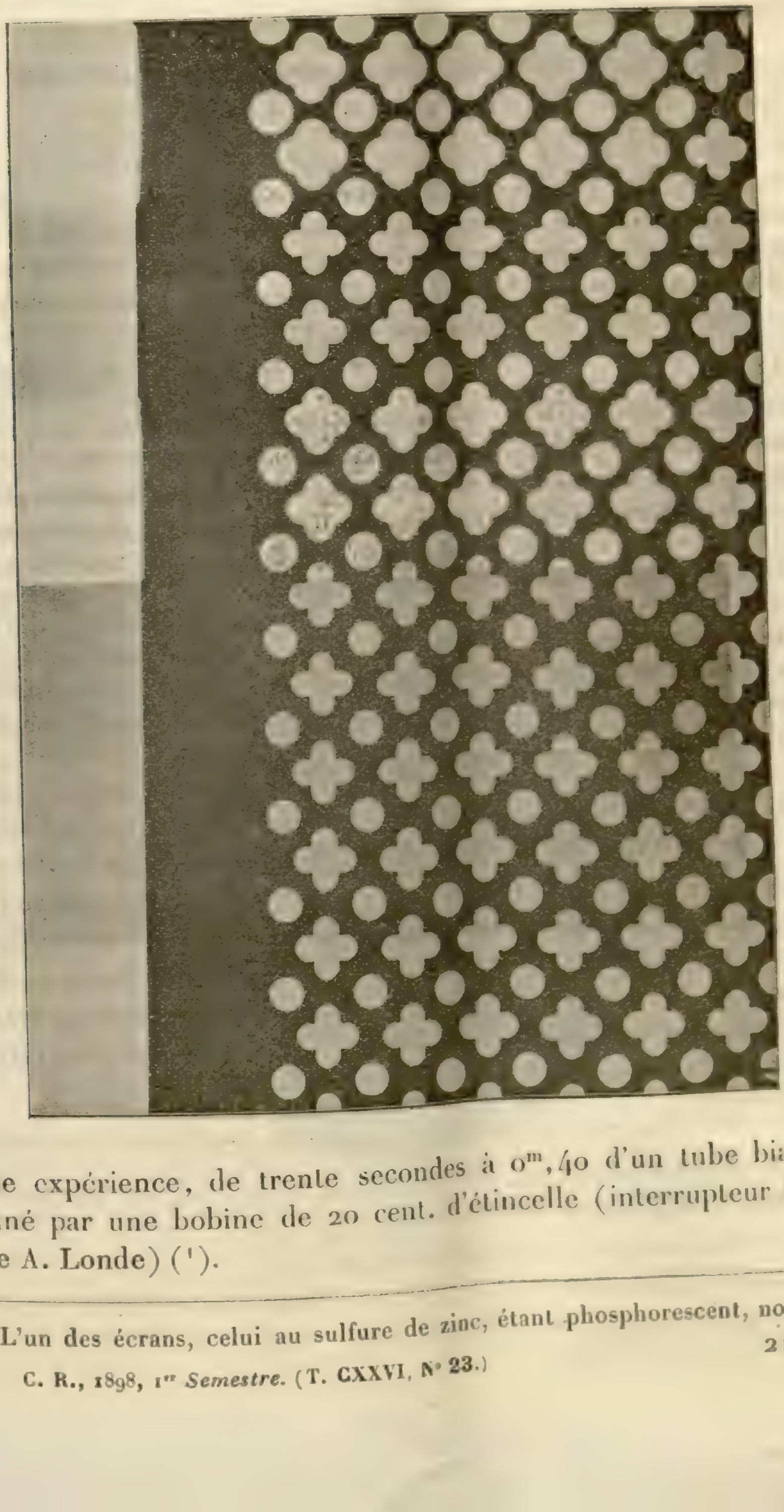
» Il nous a paru intéressant d'étudier les résultats obtenus avec divers écrans et de rechercher si l'indécision de l'image doit être réellement attribuée à la cause indiquée ci-dessus.

» Voici l'indication des écrans renforçateurs étudiés :

1. Écran de la maison Kalbaum.
2. » au sulfure de zinc de Ch. Henry.
3. » souple au sulfure violet de Becquerel.
4. » au platinocyanure de baryum (grain très fin).
5. » » (à gros grain).

(1) Travail du Laboratoire de la Clinique des maladies du système nerveux.

» Ces écrans, découpés en rectangles, sont juxtaposés sur la plaque, une bande de celle-ci servant de témoin. La durée d'exposition a été, dans



chaque expérience, de trente secondes à $0^m,40$ d'un tube bianodique actionné par une bobine de 20 cent. d'étincelle (interrupteur à grande vitesse A. Londe) (¹).

(¹) L'un des écrans, celui au sulfure de zinc, étant phosphorescent, nous laissons

» *Expérience I.* — On radiographie une main reposant sur le châssis contenant la plaque recouverte des divers écrans. Le négatif montre l'action fort différente de ceux-ci, les diverses bandes étant classées de la manière suivante d'après l'intensité croissante de la réduction obtenue :

N° 4, n° 5, n° 2, n° 6 (plaque non recouverte d'écran), n° 3, n° 1.

» *Conclusion.* — Pour les bandes 4, 5 et 2 l'action renforçatrice est nulle par rapport à ce que donne la plaque à nu. Pour les bandes 3 et 4 elle est indiscutable. En ce qui concerne la netteté de l'image elle est à peu près égale pour les quatre premières de la classification ci-dessus, mais un grain très visible apparaît dans le 2, le 4 et le 5, c'est-à-dire sous les écrans dont l'action renforçatrice est nulle. Au contraire, sous les nos 1 et 3, qui ont donné les intensités les plus grandes, le grain n'existe pas, mais l'image est empâtée et dénuée de toute finesse.

» *Expérience II.* — Pour mieux montrer ce phénomène nous radiographions une grille métallique présentant des ouvertures régulièrement espacées. On aperçoit alors bien mieux le flou des images de ces ouvertures qui n'existe que dans les parties correspondant aux écrans qui ont eu une réelle action renforçatrice.

» Ce phénomène est une variété de halo qui se produit au voisinage des plages très éclairées et des plages préservées par la grille : il n'est pas dû à une réflexion sur la face postérieure du verre, car il existe tout aussi bien sur papier sensible, pellicule, plaque garnie d'une couche antihalo ; il augmente avec la durée de l'exposition.

» Cet empiètement de la réduction progressive de la couche sensible qui arrive à modifier complètement les dimensions des ouvertures de notre grille est dû uniquement aux radiations fluorescentes ; en supprimant celles-ci par l'interposition d'une simple feuille de papier noir, l'action renforçatrice et les troubles de l'image disparaissent.

» Comme conclusions pratiques de ce travail il ressort que l'action de certains écrans est très manifeste, mais qu'elle s'accompagne toujours d'un trouble de l'image dû à une variété de halo par diffusion. On ne pourra les utiliser que pour les travaux n'exigeant pas de finesse : reconnaissance d'une fracture, par exemple, recherche d'un projectile. Dans ce dernier cas, l'avantage de l'écran renforçateur est de permettre d'obtenir un résultat dans un temps très court (une à deux minutes suffisent pour retrouver une balle dans le crâne). »

---

s'éteindre la phosphorescence ou, plus rapidement, nous l'éteignons par une exposition de quelques instants sous un verre rouge.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution des alliages ternaires.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai indiqué, dans une Note précédente, les résultats auxquels conduit l'étude de la fusibilité des alliages ternaires de plomb, d'étain et de bismuth. On peut déduire de là des idées précises sur la constitution de ces alliages à l'état solide. On a vu que la solidification d'un alliage de plomb, d'étain et de bismuth comprend, en dehors des cas limites, trois périodes successives : dans la première, il se sépare des grains d'un métal pur, plomb, étain ou bismuth; dans la deuxième, il se sépare un mélange de deux de ces métaux; enfin, dans la troisième période, les trois métaux se déposent simultanément.

» L'examen microscopique des alliages solidifiés permet de constater nettement l'existence de ces trois dépôts successifs. Considérons, par exemple, l'alliage à 74,5 pour 100 de bismuth, 5,50 pour 100 de plomb et 21 pour 100 d'étain, dont nous avons indiqué les points de solidifications successives à 175°, 125° et 96°. Si l'on examine au microscope une plaquette découpée dans cet alliage, polie et légèrement attaquée par l'acide chlorhydrique faible, on distingue facilement : 1° de grandes tables de bismuth métallique; ce sont les grains qui ont commencé à se séparer à 175°; ils paraissent en blanc sur la *fig.* 1; 2° autour de chacun de ces grains de bismuth, une zone dans laquelle des fragments de bismuth

Fig. 1.

alternent avec des fragments d'étain, creusés par l'acide chlorhydrique et marqués en noir sur la photographie; c'est le dépôt mixte qui s'est formé pendant que le point représentatif parcourt la ligne E″ε; enfin, soudant le tout, le mélange eutectique ternaire qui paraît homogène aux faibles grossissements mais dans lequel on distingue facilement, avec des grossissements un peu forts, des grains brillants de bismuth, des grains d'étain, creusés par l'acide et paraissant noirs, et enfin, des grains de plomb, recouverts d'une couche de chlorure de plomb qui produit des irisations.

» Les alliages de compositions différentes donnent des résultats analogues. On a donc bien trois dépôts successifs dont la nature permet de classer les alliages de plomb, d'étain et de bismuth en six groupes indiqués dans le Tableau suivant :

	1er dépôt.	2e dépôt.	3e dépôt.
1er groupe.....	Bismuth.	Bismuth et étain.	Eutectique ternaire.
2e »	Id.	Bismuth et plomb.	Id.
3e »	Plomb.	Plomb et étain.	Id.
4e »	Id.	Plomb et bismuth.	Id.
5e »	Étain.	Étain et plomb.	Id.
6e »	Id.	Étain et bismuth.	Id.

» L'un de ces dépôts peut disparaître, dans les alliages qui servent de transition entre les divers groupes.

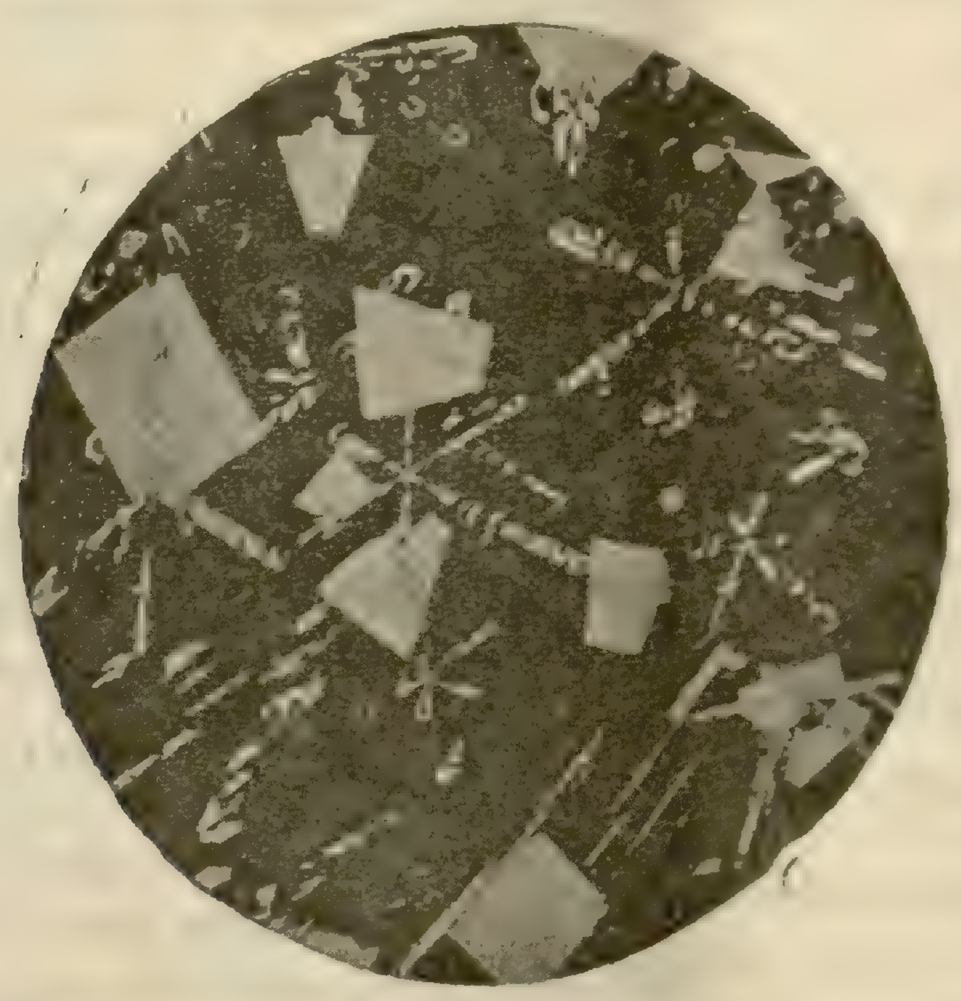
» Le cas des alliages de plomb, d'étain et de bismuth est le plus simple que l'on puisse imaginer; en général, le nombre des types de constitution sera plus considérable parce que le nombre des corps solides qui peuvent se séparer est supérieur à trois et comprend des composés définis binaires ou ternaires.

» On pourra souvent ramener les cas plus complexes à l'exemple précédemment étudié, en considérant comme constituants les composés définis qui peuvent se séparer à l'état solide. Par exemple, les alliages de cuivre, d'étain et d'antimoine riches en cuivre contiennent les composés définis $SnCu^3$ et $SbCu^2$. On pourra leur appliquer ce qui a été dit pour les alliages de plomb, d'étain et de bismuth, à condition de les considérer comme formés non de cuivre, d'étain et d'antimoine, mais de cuivre, de $SnCu^3$ et de $SbCu^2$, de même que, dans une solution aqueuse de chlorure de sodium, on considère comme constituants l'eau et le sel, et non l'oxygène, l'hydrogène, le chlore et le sodium.

» Pour déterminer d'une façon complète la constitution des alliages formés par un groupe de trois métaux, il est nécessaire de construire la

surface de fusibilité, ce qui nécessite un nombre d'expériences d'autant plus considérable que cette surface est plus compliquée; mais, dans la plupart des cas, on aura des indications suffisantes en examinant la structure microscopique d'un certain nombre d'alliages ternaires après avoir étudié la fusibilité des alliages binaires. J'ai examiné de cette façon la constitution des alliages cuivre-étain-antimoine, plomb-cuivre-antimoine, plomb-étain-antimoine, zinc-étain-antimoine, dans les limites où ces alliages peuvent être employés comme anti-friction (1). Dans aucun de ces cas je n'ai rencontré de composé défini ternaire. On retrouve seulement, dans les alliages ternaires, les composés définis qui peuvent exister dans les alliages binaires. Par exemple, dans les alliages de cuivre, d'étain et d'antimoine, riches en étain, on aperçoit simultanément des cristaux de SbSn, de forme cubique, inattaquables par l'acide chlorhydrique et des cristaux de $SnCu^3$, formant des étoiles à six branches; la *fig.* 2 reproduit

Fig. 2.



l'aspect d'un de ces alliages où l'on distingue nettement les deux composés. Je citerai encore le cas des alliages d'étain, de plomb et d'antimoine dans lesquels l'antimoine et l'antimoniure d'étain peuvent donner des solutions solides.

» En résumé, dans les alliages binaires, il y a, en général, deux dépôts

(1) L'exposé de ces recherches sera publié dans le *Bulletin de la Société d'encouragement*, numéro de juin 1898.

successifs : le premier, formé par un corps pur, métal simple ou composé défini; le second par un mélange eutectique formé de deux éléments dont l'un est celui qui s'est déposé en premier lieu; ces deux dépôts peuvent se réduire à un seul s'il y a formation de solutions solides.

» Dans les alliages ternaires, il y aura, en général, trois dépôts successifs : le premier, formé par un corps pur, métal simple ou composé défini; le deuxième, par un mélange de deux corps dont l'un est celui qui s'est déposé en premier lieu; le troisième par un mélange de trois corps comprenant les deux qui se sont déposés précédemment. Le nombre des dépôts peut se réduire à deux et même à un, par suite de la formation de solutions solides.

» La nature des dépôts successifs et leur proportion relative dépendent exclusivement de la composition chimique de l'alliage; mais la dimension et la répartition des éléments constitutifs et, par suite, les propriétés physiques et mécaniques peuvent varier notablement avec différentes circonstances et en particulier avec la vitesse de solidification. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les terres yttriques contenues dans les sables monazités*. Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Note (1), P. Schützenberger et moi, nous avions signalé l'existence probable d'une nouvelle terre précipitant par l'acide oxalique, ne donnant pas de sulfate double insoluble avec les sulfates alcalins, dont le poids atomique devait être voisin de 102. Ce n'était là qu'une première indication, et ce sont les résultats obtenus depuis que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» *a*. J'ai mélangé les oxydes dont les poids atomiques des métaux correspondants sont : 102,2; 102,45; 102,6; 103; 102,4, et je les ai dissous dans l'acide nitrique. Le nitrate a été transformé en sulfate et, après addition de sulfate de potassium pour enlever les terres du groupe cérique (2), les terres yttriques ont été précipitées par l'ammoniaque.

» Les hydrates, après lavage pour les débarrasser de toute trace d'alcali, ont été dissous dans l'acide nitrique. Ce nitrate a été soumis à une fusion fractionnée à 325° :

Sous-nitrate.....	Pa = 103,0
Eaux-mères	Pa = 97,7

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 697.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 900.

» L'oxyde 103, transformé en nitrate et soumis à une nouvelle fusion, a donné :

Sous-nitrate.....	Pa = 109,5
Eaux-mères.....	Pa = 100,6

» Enfin, l'eau-mère 97,7, par fractionnement analogue, a donné :

Sous-nitrate.....	Pa = 98,7
Eaux-mères.....	Pa = 97,5

» *b*. Dans cette seconde série, j'ai mélangé différents oxydes dont les poids atomiques des métaux correspondants variaient de 95,1 à 99,1 (la plus grande partie avait donné des nombres variant de 98,2 à 99,1). J'ai appliqué à ce mélange le traitement indiqué plus haut, et les terres yttriques ainsi obtenues ont été dissoutes dans l'acide nitrique. Le nitrate a été soumis à une fusion fractionnée à 325°, qui a donné

Sous-nitrate n° 1.....	Pa = 103,6
Sous-nitrate n° 2.....	Pa = 97,5
Eaux-mères.....	Pa = 96,7

» Le sous-nitrate n° 1, soumis à une nouvelle fusion, s'est scindé en deux portions :

Sous-nitrate n° 1.....	Pa = 108,5
Eaux-mères.....	Pa = 98,5

» *c*. J'ai mélangé tous les oxydes dont les poids atomiques des métaux correspondants variaient de 96 à 112; j'ai ainsi obtenu 70^{gr} environ.

» Après avoir éliminé les terres du groupe cérique par le sulfate de potassium, les oxydes non précipités ont été dissous dans l'acide nitrique, et la solution du nitrate neutre a été additionnée d'*hyposulfite de sodium*. Il se produit un précipité; la réaction est plus rapide à chaud qu'à froid. Le précipité est recueilli sur filtre et lavé. Dans la liqueur claire, on enlève l'excès d'hyposulfite alcalin et l'on ramène les terres non précipitées à l'état d'oxalates.

» J'ai ainsi obtenu 45^{gr} de terres précipitables par l'hyposulfite de sodium et 25^{gr} de terres non précipitables. Je poursuis actuellement l'étude de ces deux fractions. Cette propriété de l'hyposulfite de sodium m'a semblé d'autant plus intéressante que Fresenius, dans son *Traité de Chimie qualitative* (1), indique que les sels d'yttrium ne précipitent pas par l'hyposulfite de sodium.

» Les oxydes yttriques étudiés dans ces trois séries donnent des solutions presque incolores, dont le spectre d'absorption est très faible; il est caractérisé par les longueurs d'onde suivantes :

657-663.....	très faible (erbium)
643-639.....	très faible (holmium)
537.....	très faible (holmium)
524-522.....	faible (erbium)

(1) *Traité de Chimie qualitative*, 8e édition française, p. 134.

» Les solutions, examinées sous une épaisseur de 4^{cm}, étaient saturées; la terre était à l'état de sulfate.

» Si l'on compare maintenant les résultats obtenus dans les deux premières séries, on voit que le poids atomique minimum qui ait été atteint est 96,7, et que les autres nombres obtenus se rapprochent beaucoup de 97,5. Nous sommes loin du poids atomique de l'yttrium qui est 89,5.

» M. Drossbach (1), en étudiant une monazite, a signalé l'existence probable d'une terre dont le poids atomique serait voisin de 100. Ce savant estime qu'il y a là une nouvelle série de terres, dans la proportion de 20 à 30 pour 100.

» MM. Urbain et Budichowsky (2), en fractionnant les acétylacétonates des terres yttriques, M. Urbain, en étudiant les éthylsulfates, ont atteint une limite inférieure de termes indédoublables, limite qui ne descend pas au-dessous de 95.

» Ces résultats, postérieurs à ceux que P. Schützenberger et moi nous avions indiqués, viennent les confirmer.

» De cet ensemble de faits devons-nous conclure à la présence d'une nouvelle terre? ou bien avons-nous affaire à un mélange d'yttria et d'une terre à poids atomique plus élevé ? Dans cette hypothèse, il faudrait admettre un mélange de plus de 90 parties d'yttria contre 10 d'erbine (poids atomique moyen : 97,6), ou d'ytterbine (poids atomique moyen : 98,2), ou de terbine (poids atomique moyen : 95,7).

» Nordenskiöld (3), en 1886, a obtenu un oxyde de poids atomique constant 107, qu'il a appelé *oxyde de gadolinium;* il pensait qu'on était autorisé à admettre que l'oxyde de gadolinium, quoiqu'il ne soit pas l'oxyde d'un corps simple, mais un mélange de trois oxydes isomorphes, même lorsqu'il provient de minéraux tout à fait différents et trouvés dans des localités très éloignées l'une de l'autre, possède un poids atomique constant. L'oxyde de poids atomique 97 est-il un oxyde de même genre ?

» D'autre part, est-il permis de supposer l'existence d'un nouvel élément, voisin de l'yttrium ? Cette hypothèse n'est pas invraisemblable; il suffit de se rappeler la discussion entre M. Lecoq de Boisbaudran et M. Crookes (4) sur la nature de l'yttrium.

---

(1) *Berichte,* t. XXIX, n° 15, p. 2452. *Moniteur Quesneville,* mai 1897, p. 351.
(2) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 618; t. CXXVI, p. 835.
(3) *Comptes rendus,* t. CIII, p. 795.
(4) *Comptes rendus,* t. CVIII, p. 165.

» M. Crookes appelle *yttria* un mélange de terres douées de fluorescences variées et dont les éléments forment une famille de corps très voisins; espèces d'yttriums dont les poids atomiques doivent osciller autour de 89; enfin ces diverses yttrias donnent toutes le même spectre électrique.

» M. Lecoq de Boisbaudran nomme *yttria* la terre (*qu'on la suppose simple ou complexe*), non fluorescente, qui produit le spectre si connu et dont le poids atomique est 89.

» En résumé, le procédé des fractionnements (sulfates, nitrates, acétylcétonates, éthylsulfates) donne une limite inférieure de termes indédoublables, limite qui varie autour de 96. Cette limite n'est-elle qu'apparente? C'est un point que des recherches que je poursuis actuellement parviendront peut-être à élucider. »

CHIMIE. — *L'acide carbonique de l'atmosphère.* Note de MM. **Albert-Lévy** et **H. Henriet**, présentée par M. Arm. Gautier.

« M. A. Gautier a montré, dans ses expériences, que la potasse, employée comme absorbant de l'acide carbonique, laisse toujours échapper un volume d'acide égal, au minimum, au millionième du volume de l'air circulant.

» Nous faisons, depuis vingt ans, le dosage quotidien de l'acide carbonique atmosphérique; nos résultats, publiés dans les *Annuaires de l'Observatoire de Montsouris*, indiquent des variations dont l'amplitude est telle qu'une pareille différence peut être considérée comme négligeable. D'ailleurs, les erreurs inévitables dues aux manipulations ne nous permettent pas d'obtenir une approximation inférieure à ce millionième qui correspond à moins d'une goutte de notre liqueur acide. Mais nous avons toujours constaté que la baryte est l'absorbant par excellence de l'acide carbonique et nous avons eu l'idée de doser simultanément, chaque jour, cet acide par la potasse et par la baryte. Les résultats de cette double analyse nous ont conduits à des conséquences intéressantes.

» A Montsouris, au sud de la ville, presque à la campagne, on obtient généralement les mêmes nombres avec la potasse et la baryte : les seconds tubes témoins, soit de potasse, soit de baryte, ne contiennent rien. Voici les résultats obtenus par MM. Marboutin, Pécoul, Bouyssy durant la première semaine d'avril dernier :

1898.	Volume à zéro et 760mm.	Lectures d'acide carbonique. Repère.	1er tube.	2e tube.	Absorbant.	Acide carbonique dans 100me d'air.
	lit	cc	cc	cc		
Avril 4.....	224,2	23,32	11,20	23,32	Potasse	30,8
»	212,4	25,00	13,55	25,00	Baryte	30,8
» 6.....	132,1	23,32	16,00	23,32	Potasse	31,5
»	128,5	25,00	17,90	25,00	Baryte	31,5
» 8.....	148,8	21,70	13,25	21,70	Potasse	32,4
»	147,6	25,00	16,60	25,00	Baryte	32,4

» A la place Saint-Gervais, au centre de la ville, c'est au contraire l'identité des résultats qui est l'exception. Tantôt nous trouvons deux nombres pareils, à $\frac{1}{1000000}$ près :

1898.		Volume à zéro et 760mm.	Acide dans 100me d'air.
		lit	lit
Mai 23.	Potasse.....	117,56	31,7
»	Baryte.....	116,69	31,8
» 25.	Potasse.....	117,35	32,3
»	Baryte.....	116,12	32,2

tantôt nous trouvons des différences de $\frac{30}{1000000}$ et au delà :

1897.		Volume à zéro et 760mm.	Acide dans 100me d'air.
		lit	lit
Juillet 13.	Potasse.....	232,2	28,9
»	Baryte.....	223,4	31,3
» 15.	Potasse.....	201,9	28,2
»	Baryte.....	281,7	31,2

» Les mêmes jours où l'on constatait de pareilles différences, nous observions qu'en opérant avec deux ballons de 6lit, et en laissant l'acide au contact prolongé des alcalis, même extrêmement dilués, on obtenait le même nombre avec la potasse et la baryte, un peu supérieur à celui que donnait la baryte dans la première expérience. Ces différences entre l'action des deux alcalis, variables aux diverses époques de l'année, variables en un même lieu avec l'altitude, variables selon le degré de dilution des liqueurs, nous ont fait penser qu'il y avait là un phénomène autre que celui de l'absorption de l'acide carbonique atmosphérique.

» Des expériences nombreuses, qui seront relatées dans un Mémoire que nous préparons, nous font penser que les alcalis, potasse et baryte, ont

une double action sur l'air atmosphérique : ils absorbent l'acide carbonique à peu près de la même façon ; mais, au contact de l'oxygène de l'air, ils transformeraient en acide carbonique, et cela avec une vitesse différente, le carbone des matières organiques gazeuses qui existent dans l'air.

» A Montsouris, le second tube de baryte reste toujours clair ; à la place Saint-Gervais il offre presque toujours un dépôt d'une forme toute spéciale (arêtes de poisson) semblant indiquer une précipitation après dissolution.

» L'existence de ces matières organiques gazeuses nous paraît ressortir des expériences suivantes qui indiquent en outre quelques-unes de leurs propriétés :

» Le même air qui donne des poids différents d'acide carbonique avec la potasse et la baryte, étant débarrassé des matières en suspension, puis dirigé dans un tube en porcelaine chauffé au rouge et contenant de l'oxyde de cuivre, donne alors des poids égaux d'acide sur la baryte et la potasse, poids légèrement plus élevés que dans la première expérience.

» Si l'on comprime de l'air dans un réservoir et qu'on remplisse par des détentes rapides une série de ballons, le taux d'acide carbonique augmente d'une manière continue. Si l'on opère une série de détentes, lentes et rapides, les nombres obtenus sont alternativement forts et faibles. Ces résultats sont dus à des phénomènes de condensation ainsi que nous le montrerons, phénomènes qui permettent d'expliquer l'odeur des brouillards et leur forte teneur en acide carbonique.

» Des dosages faits au niveau du sol sembleraient indiquer que la terre est la source principale de ces matières gazeuses. En comprimant dans un ballon de verre de l'air provenant du sol du cimetière du Père-Lachaise et opérant une détente brusque, le ballon s'est subitement rempli d'un brouillard marron foncé qui s'est dissipé au bout de quelques secondes sans laisser la moindre trace sur les parois.

» Nous pensons que ces matières organiques gazeuses doivent être brûlées par l'ozone atmosphérique, ce qui expliquerait la faible proportion de ce gaz et même son absence dans l'air des villes. Nous avions déjà reconnu, dans l'air de Montsouris, qu'à certaines heures de la journée l'ozone atmosphérique disparaissait brusquement pour reparaître peu après. Nous continuons ces recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une heptacétine cristallisée, dérivée de l'ouabaïne.* Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« L'anhydride acétique, soit seul, soit additionné de $ZnCl^2$, agit assez facilement à chaud sur l'ouabaïne anhydre, mais l'on obtient ainsi toujours des acétines amorphes fortement colorées, constituées vraisemblablement par des mélanges; à froid, la réaction est très longue à se produire, mais on obtient alors un dérivé cristallisé qui se forme après déshydratation préalable de l'ouabaïne sous l'influence de l'anhydride acétique et du $ZnCl^2$.

» Cependant il est encore préférable de préparer cette acétine cristallisée en opérant vers 60° :

» On prend 250^{gr} d'anhydride acétique pur, on y dissout à chaud 5^{gr} de $ZnCl^2$, on laisse refroidir et l'on ajoute alors, d'un seul coup, 25^{gr} d'ouabaïne anhydre en poudre fine (ouabaïne séchée pendant vingt-quatre heures à 110°). On chauffe légèrement jusqu'à 30° ou 35° pour amorcer la réaction; la température s'élève alors, spontanément, à 70°-75°. L'ouabaïne, primitivement en suspension dans le liquide, se dissout rapidement, surtout si l'on prend soin d'agiter le mélange. Le liquide se colore en brun clair et devient bientôt limpide; si la température descend au-dessous de 60°, on chauffe doucement pour la ramener à 70°, finalement ou laisse refroidir et l'on verse le liquide dans cinq ou six fois son volume d'eau chaude. Par le repos, le mélange d'acétine insoluble se dépose en un magma cristallin que l'on purifie en le faisant dissoudre dans l'alcool à 85° bouillant; une partie de l'acétine ne tarde pas à cristalliser en petites écailles brillantes, que l'on obtient facilement tout à fait pures par plusieurs cristallisations dans l'alcool.

» Le rendement en acétine cristallisée est d'environ 50 pour 100 de l'ouabaïne traitée, car il se forme en même temps une forte proportion d'acétine amorphe, très soluble dans l'alcool et dans la plupart des autres dissolvants, et qui paraît résulter de l'éthérification d'un produit de déshydratation plus avancée de l'ouabaïne.

» L'acétine cristallisée est insoluble dans l'eau, assez soluble dans l'acide acétique, même étendu, facilement dans l'alcool chaud, peu dans l'alcool froid :

		Acétine.
		gr
100 parties d'alcool à 85° dissolvent	à 15°,5.....	0,720
»	à 16°,5.....	0,730
»	à 20°,0.....	0,855

» Elle est presque insoluble dans l'éther ordinaire, très soluble dans

l'éther acétique et dans l'acétone. Elle cristallise en minces lamelles rhombiques anhydres. Elle fond vers 310° en se décomposant rapidement. Elle est lévogyre

$(\alpha)D = -68°,5$ [$(\alpha)d = -2°,30'$ (pour V = 100; $\lambda = 0^m,50$; $\pi = 0^{gr},730$)]

en solution dans l'alcool à 85°. Avec d'autres dilutions, on a trouvé

$$(\alpha)D = -68°,4 \text{ et } -68°,6.$$

» Saponifiée par les alcalis, potasse ou baryte, elle donne naissance, en même temps qu'à l'acétate alcalin correspondant, à un corps à fonction acide, amorphe, et qui paraît se rapprocher par ses propriétés de l'acide ouabaïque, mais qui en diffère cependant très nettement par son pouvoir rotatoire, lequel, tout en étant de même sens, est de valeur beaucoup moindre. Ce corps, acide, s'hydrolyse facilement par l'action des acides minéraux étendus, bouillants, en donnant une résine insoluble dans l'eau, et une forte proportion de rhamnose.

» L'acétine cristallisée possède donc encore la fonction glucoside et est un dérivé de l'ouabaïne et non pas d'un produit de dédoublement de celle-ci, ainsi que le montrent du reste les analyses élémentaires suivantes de l'acétine cristallisée séchée à 110° :

	Trouvé.			Calculé pour $C^{44}H^{58}O^{18}$.
Carbone.....	60,13	60,17	60,32	60,41
Hydrogène.....	6,72	6,73	6,64	6,63
Oxygène.....	»	»	»	32,96
				100,00

» Ces résultats correspondent à une heptacétine prenant naissance après déshydratation de l'ouabaïne : $C^{30}H^{46}O^{12} - H^2O = C^{30}H^{44}O^{11}$ qui par éthérification donne l'heptacétine : $C^{30}H^{37}(C^2H^3O)^7O^{11}$.

» En effet, une heptacétine correspondant à l'ouabaïne non déshydratée exigerait seulement : carbone 59,20; hydrogène 6,72, ce qui ne concorde pas avec les analyses précédentes, ni avec les dosages d'acide acétique après saponification. Du reste, malgré toutes les expériences tentées à ce sujet, il a été impossible de régénérer l'ouabaïne de cette acétine par saponification avec les acides ou les alcalis.

» Le dosage des acétyles fixés a été fait de la manière suivante : L'acétine a été d'abord saponifiée en tube scellé avec de l'eau de baryte concen-

trée, en chauffant pendant plusieurs heures à 110°. Le produit de la réaction, additionné d'un léger excès de SO^4H^2, a été introduit dans un appareil permettant la distillation dans un courant de vapeur d'eau; l'acide acétique mis en liberté est ainsi entraîné en totalité ainsi que l'ont démontré des expériences de contrôle. L'acide distillé a été titré alcalimétriquement :

	Trouvé.			Calculé pour $C^{30}H^{37}(C^2H^3O)^1O^{11}$.
Acide acétique.....	49,15	49,20	49,35	49,199 pour 100.

» L'ouabaïne contient donc neuf hydroxyles, dont quatre appartiennent certainement au groupe du rhamnose $CH^3(CHOH)^4COH$, contenu dans ce glucoside; les cinq autres appartenant alors au second groupement, encore inconnu, qui perd deux OH en se déshydratant avant de s'éthérifier.

» Quant à l'acétine amorphe (1), qui se forme en même temps que celle qui vient d'être étudiée, elle contient davantage de carbone (carbone 62,07; hydrogène 6,69) quoiqu'elle fournisse par saponification une proportion moindre d'acide acétique. Elle est donc l'éther d'un produit de déshydratation plus avancé de l'ouabaïne, qui sans doute perd alors deux molécules d'eau avant de s'éthérifier, ne conservant ainsi que cinq groupements OH. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques acétals de la pyrocatéchine.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. H. Moissan.

« Les acétals $R-CH=(OR')^2$ sont des éthers dialcooliques d'hydrates d'aldéhydes $R-CH=(OH)^2$ peu stables : les agents les plus faibles suffisent, en général, à détruire la double fonction éther-oxyde, l'acétal se dédoublant en aldéhyde et deux molécules alcooliques.

» Poursuivant l'étude des dérivés de la pyrocatéchine, il m'a paru intéressant de rechercher quelle pourrait être l'action exercée sur la fonction acétal par la fonction phénol demeurée libre dans l'oxyacétal-phénol encore inconnu $C^6H^4.(OH)_{(1)}.[O-CH^2-CH(OC^2H^5)^2]_{(2)}$. Aussi bien la position ortho de cette dernière devait-elle favoriser les réactions.

» L'oxyacétal-phénol, dont l'étude fait l'objet principal de cette Note, prend naissance lorsqu'on chauffe en tubes scellés, à 175°, de la pyrocaté-

(1) Cette acétine renferme encore de l'heptacétine cristallisée qui ne peut en être séparée.

chine monosodée (1 molécule) avec de l'acétal monochloré

$$CH^2Cl - CH(OC^2H^5)^2 \text{ (1 molécule)},$$

en présence d'alcool absolu. Il se forme toujours en même temps, dans cette réaction, une certaine proportion de diacétal

$$C^6H^4[O - CH^2 - CH(OC^2H^5)^2]^2_{(1.2)},$$

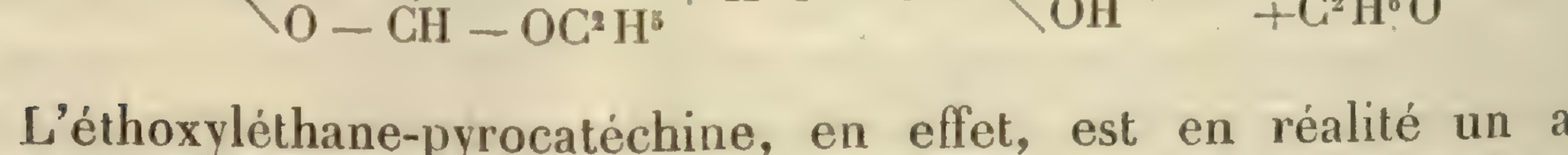
que l'on sépare, au moyen de la soude étendue où il est insoluble, du monoacétal et de la pyrocatéchine restée inattaquée. On isole le monoacétal en acidulant la liqueur alcaline par l'acide chlorhydrique, qui le précipite sous la forme d'une huile lourde insoluble. On le débarrasse, par des lavages à l'eau répétés, de traces de pyrocatéchine qu'il retient énergiquement. Il est impossible de le purifier par distillation : il se décompose, en effet, au moins partiellement, pendant cette opération, même effectuée sous pression réduite. L'action de la chaleur sur le monoacétal sera d'ailleurs étudiée plus loin.

» L'aldéhyde correspondante $C^6H^4(OH)_{(1)}$, $(O - CH^2 - CHO)_{(2)}$ a été obtenue en hydrolysant l'acétal par l'acide sulfurique étendu à l'ébullition. C'est une huile lourde, épaisse, incolore, qui distille à 139° ($H = 9^{mm}$) sans décomposition, peu soluble dans l'eau à froid, plus soluble à chaud, soluble dans les alcalis d'où elle peut être reprécipitée par les acides. Quoique possédant une fonction phénol, ce corps ne donne, avec le chlorure ferrique, aucune coloration. Par sa fonction aldéhyde, il réduit le nitrate d'argent ammoniacal, colore en rouge violacé le bisulfite de rosaniline et fournit, avec le bisulfite de soude, une combinaison cristallisée dont l'existence rend sa purification très facile. Il se décompose par la chaleur en perdant de l'eau à partir de 225°. Le produit de déshydratation qui se forme ainsi et qui doit être l'éthène-pyrocatéchine $C^6H^4 = O^2C^2H^2_{(1.2)}$ se détruit ou se polymérise à mesure qu'il prend naissance.

» L'éther acétique $C^6H^4(O\text{-}CO\,CH^3)_{(1)}.(O\text{-}CH^2 - CHO)_{(2)}$ distille sans décomposition à 141° ($H = 8^{mm}$). Il réduit le nitrate d'argent ammoniacal et colore très lentement le bisulfite de rosaniline. Il se détruit lorsqu'on le chauffe à partir de 220° environ.

» L'action de la chaleur sur le monoacétal est particulièrement intéressante. Dès la température de 210°-215°, il y a élimination d'une molécule d'alcool, facile à caractériser à l'état d'iodoforme, et d'un corps neutre,

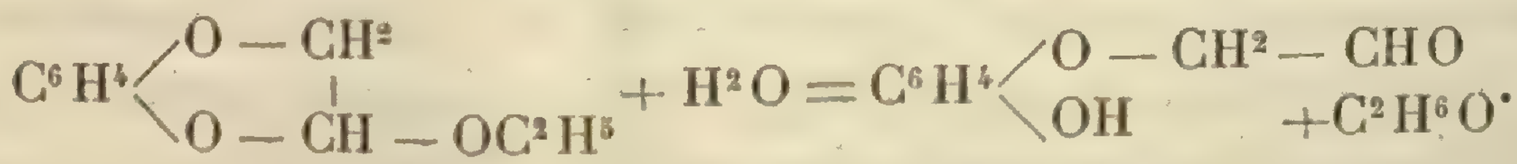
insoluble dans les alcalis, l'éthoxyléthane-pyrocatéchine



Monoacétal. Éthoxyléthane-pyrocatéchine.

» Cette nouvelle substance, qui se présente sous la forme d'une huile incolore, est facilement entraînable par la vapeur d'eau. Elle bout exactement à 247° (corr.), et a pour densité 1, 158 à 0°.

» L'acide sulfurique dilué et bouillant l'hydrolyse lentement, avec élimination d'une molécule d'alcool et formation d'une aldéhyde identique à celle décrite plus haut



» L'éthoxyléthane-pyrocatéchine, en effet, est en réalité un acétal d'un genre particulier; l'une des deux fonctions éther-oxyde fixée sur le carbone aldéhydique $\left(-\overset{|}{C}H-\right)$ est de nature alcoolique $(-OC^2H^5)$, et la seconde de nature phénolique. C'est peut-être le premier exemple connu de ces sortes d'acétals mixtes.

» Quant au diacétal $C^6H^4[O-CH^2-CH=(OC^2H^5)^2]^2$, on l'obtient à l'état pur par lavage à la soude étendue du produit brut et rectification. Il constitue un liquide huileux distillant à 195°-197° ($H=9^{mm}$), et de densité 1, 061 à 0°. On peut l'hydrolyser en quelques heures en le chauffant à reflux avec de l'acide sulfurique très dilué. L'aldéhyde qui prend naissance est soluble dans l'eau, peu soluble dans l'éther.

» On voit, en résumé, que l'influence exercée par la fonction phénol libre sur la fonction acétal, dans l'oxyacétal-phénol, tend vers la production d'un acétal mixte à chaîne fermée hexagonale, ce dernier composé étant susceptible de rouvrir sa chaîne par hydratation, avec formation de l'aldéhyde correspondant à l'oxyacétal-phénol primitif. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nitration de la cellulose et de ses dérivés hydro et oxy*. Note de M. **Léo Vignon**.

« J'ai soumis à la nitration la cellulose pure du coton, l'hydrocellulose et l'oxycellulose qui en dérivent.

» Ces substances ont été préparées dans les conditions précisées par mes Communications précédentes (*Comptes rendus*, 20 septembre 1897, 9 mai 1898).

» La nitration a été poussée à son maximum, afin de rechercher si le nombre des hydroxyles éthérifiables de la cellulose avait subi une modification par la transformation de cette substance en hydro- et en oxycellulose.

» 10^{gr} de cellulose, d'hydrocellulose et d'oxycellulose sèches ont été immergés respectivement dans 150^{cc} d'un mélange de :

3 parties en poids		SO^4H^2, densité.....	1,84
1	»	AzO^3H, »	1,50

» La température a été réglée à 10° pendant le mélange et maintenue à 10°-12° pendant vingt-quatre heures; on a précipité ensuite dans 2^{lit} d'eau froide, lavé jusqu'à neutralité, essoré, séché et pesé.

» On a obtenu des poids sensiblement égaux de produits dans les trois cas (14^{gr}-16^{gr}).

» L'azote a été dosé dans ces produits nitrés à l'état d'AzO :

	Volume de AzO pour 1^{gr} de produit sec.
	^{cc}
Nitrocellulose.....	203,4
Nitrohydrocellulose.....	202,9
Nitrooxycellulose.....	198,7

» Ces produits nitrés présentent les caractères suivants :

» Ils sont inflammables; conservée à l'air, l'hydrocellulose nitrée jaunit et s'altère. Il en est de même de l'oxycellulose nitrée, qui s'altère cependant avec plus de lenteur, tandis que la nitrocellulose se montre stable.

» *Action du réactif de Schiff* (fuchsine, acide sulfureux). — La cellulose et l'hydrocellulose nitrées ont des propriétés aldéhydiques faibles; celles de l'oxycellulose nitrée sont plus accentuées, mais elles ne semblent pas avoir augmenté par la nitration.

» *Liqueur cupropotassique*. — La cellulose et l'hydrocellulose nitrées réduisent énergiquement à l'ébullition; les propriétés réductrices de l'oxycellulose nitrée sont plus accentuées et se manifestent avant l'ébullition.

» *La solution de potasse à* 35° B. attaque inégalement les produits nitrés.

» La cellulose nitrée est attaquée seulement au bout de quelques heures; elle se dissout en jaune clair.

» L'hydrocellulose nitrée est attaquée plus rapidement (une heure), mais dans les mêmes conditions que le produit précédent.

» L'oxycellulose nitrée donne, au bout de quelques minutes, une solution analogue à celle de la nitrohydrocellulose, puis la masse se dissout complètement, avec faible dégagement gazeux, brunissement rapide, tandis que la température s'élève jusque vers 60°.

» *Formation du furfural.* — Les trois produits nitrés, distillés avec de l'acide chlorhydrique de densité 1,06, laissent dégager de grandes quantités de vapeurs nitreuses; le distillatum recueilli, neutralisé, puis acidulé par l'acide acétique, se trouble par la phénylhydrazine et accuse la formation de furfural en très petites quantités pour la cellulose et l'hydrocellulose, en quantités plus grandes pour la nitrooxycellulose, résultat de trois nitrations successives.

» Les trois celluloses ont été soumises à trois nitrations successives dans les conditions précédemment indiquées : avant chaque nitration les matières ont été desséchées, pour éviter la dilution du mélange nitrant.

» On a dosé l'azote fixé après chaque opération à l'état d'AzO :

	Volume d'AzO pour 1^{gr} de matière sèche.		
	1re nitration.	2^{e} nitration.	3^{e} nitration.
	cc	cc	cc
Cellulose.....	203,4	212	213
Hydrocellulose.....	202,9	208,7	208
Oxycellulose.....	198,7	197,5	208

» La fixation de 11 AzO^2 pour une molécule de cellulose en C^{24} exige 214^{cc} AzO.

» On peut considérer en somme que les trois corps envisagés donnent des dérivés également nitrés quand l'action nitrante est portée à son maximum.

» Les quantités un peu plus faibles d'AzO données par l'hydrocellulose et l'oxycellulose, par rapport à la cellulose, s'expliquent par des différences d'état physique moins favorable pour les deux premiers corps et par l'augmentation de leur poids moléculaire qui s'est accru par fixation d'eau ou d'oxygène.

» Nous pouvons conclure de ces expériences, que la cellulose, dans sa transformation en hydro- et en oxycellulose, n'a pas éprouvé de change-

ments très considérables dans la structure élémentaire de son type chimique initial. Elle n'a subi, pour ainsi dire, que des modifications partielles que nous chercherons à préciser. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Mucine nouvelle extraite d'un kyste ovarien.* Note de M. **Charles Lepierre**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Vers la fin de 1895, le Dr Sousa Refoios me remettait, pour en faire l'étude, le contenu d'un kyste colloïde ovarien, multiloculaire, d'aspect gélatineux, tremblotant, collant un peu aux doigts. J'eus d'abord l'idée que la substance principale qui le constituait était la *colloïdine* étudiée par MM. Wurtz, Gautier et Cazeneuve. Je ne tardais pas à me convaincre qu'il n'en était pas ainsi. Il s'agissait en réalité d'une *mucine spéciale*, différente de toutes celles décrites jusqu'ici, mais appartenant au groupe des *mucines vraies* c'est-à-dire dédoublables par les acides étendus en hydrates de carbone et albuminoïdes.

« *Préparation.* — On fait bouillir la substance gélatineuse (1kg, 200) pendant quinze heures à 100° avec deux fois et demie son poids d'eau; la masse se fluidifie, on filtre sur toile, on étend d'eau et l'on précipite le liquide par un léger excès d'acide acétique. Le précipité, ainsi obtenu, est lavé à l'eau, dialysé et mis en digestion avec de l'alcool, puis de l'éther, pour dissoudre des traces de graisse. Après dessiccation sur H^2SO^4 et paraffine on a obtenu 48gr de cette mucine.

» Les liquides filtrés ont été évaporés au bain-marie après neutralisation presque complète par la soude; il se forme pendant l'évaporation un léger précipité d'*albumine*. La liqueur ne renferme plus ni albumoses, ni peptones. On sépare l'acétate de soude par l'alcool et la liqueur est soumise à la méthode générale de M. Gautier, en vue de l'extraction des bases (1). L'acide phosphomolybdique y forme un précipité assez abondant qui, après traitement par l'acétate de plomb, fournit des acétates que l'alcool à 50° divise en une partie soluble et un résidu. Ce dernier, peu abondant, a donné les réactions des bases xanthiques; je n'ai pu y reconnaître de bases créatiniques. La partie soluble traitée par le chlorure mercurique précipite quelques bases que l'emploi de l'acétate de cuivre permet de diviser en trois groupes : 1° l'acétate à froid donne un léger précipité de dérivés carbo-pyridiques; 2° à chaud, pas de précipité (les bases xanthiques se trouvaient donc toutes dans la partie insoluble dans l'alcool); 3° les bases ne précipitant pas par l'acétate de cuivre étaient nulles. La liqueur séparée du précipité mercurique nous a donné une quantité de bases trop petite pour l'étude.

(1) A. Gautier, *Toxines*, p. 64.

» Voici le résultat de l'analyse immédiate de ce kyste, par la méthode que je viens d'indiquer :

Eau	94,0
Substances sèches (dont 4,0 de mucine)	6,0
Albumine et leucomaïnes	1,17
Cendres (formées surtout des chlorures, phosphates et sulfates alcalins)	0,83 (1)

» *Propriétés de la mucine.* — *Composition centésimale.* Elle résulte de la moyenne de 4 analyses. La matière séchée était à 100° :

Carbone	49,2
Hydrogène	7,0
Azote	12,6
Soufre	0,94
Cendres	0,50

» Cette composition rapproche cette substance des mucines des glandes sous-maxillaires et des tendons. La colloïdine renferme 50 pour 100 d'azote et 30 pour 100 de carbone en moins.

» C'est une matière blanc grisâtre qui se gonfle lentement dans l'eau; cette *pseudo-dissolution* peut être filtrée si elle est étendue; le filtre de biscuit retient toute la mucine en suspension. L'*acide acétique* la précipite en une masse non filante, insoluble à froid dans un grand excès d'acide.

» L'eau, à froid, la gonfle lentement sans la dissoudre; à 100°, l'eau pure ne l'attaque pas; de même à 120° (trois heures). Le liquide renferme des traces de matières albuminoïdes dissoutes. Si la mucine ne renferme pas d'acide acétique il ne se forme aucune substance réductrice.

» Le précipité acétique, même récent et humide, est *insoluble* dans la *potasse* ou la *soude* à $\frac{1}{1000}$. Ces bases à 1 pour 100 ou à 5 pour 100 n'attaquent pas cette mucine à froid; à chaud on obtient une solution jaunâtre que l'acide acétique précipite, mais la mucine a été altérée car ce précipité se redissout dans un excès d'acide. La potasse à 10 pour 100 gonfle la mucine sans paraître l'attaquer; à chaud on obtient une solution jaune que l'acide acétique ne reprécipite plus.

» L'ammoniaque, même à chaud, n'attaque pas cette mucine. Elle est également *insoluble dans l'eau de chaux*, même après plusieurs semaines; elle se gonfle simplement. Après deux mois, une petite partie s'est dissoute et peut être séparée à nouveau par l'acide acétique. A chaud (100° ou 110°) la majeure partie de la mucine reste inattaquée; une petite partie se dissout et la liqueur, qui ne précipite plus par l'acide acé-

---

(1) Les 0gr,836 renfermaient : chlore 0,269; SO^3 0,025; P^2O^5 0,009; sodium 0,174; potassium 0,041; chaux 0,036; magnésie 0,006; fer et alumine 0,025.

tique, renferme des *albumoses* et des *peptones*. Avec l'eau de baryte, cette mucine se transforme en vraies peptones.

» Dans l'action des alcalis étendus on n'observe pas de dégagement d'ammoniaque. Ce fait, joint à l'*insolubilité dans les alcalis étendus* écarte déjà la mucine étudiée des mucines jusqu'ici décrites.

» L'*acide acétique* à 5 pour 100, à froid, gonfle seulement cette mucine. A chaud (100°, une heure) elle est légèrement attaquée; il se forme des albumoses et des hydrates de carbone. A 120° (trois heures) la mucine est complètement dédoublée *en albumoses et en hydrates de carbone* qui réduisent la liqueur de Fehling.

» Les réactions sont de même ordre avec l'acide chlorhydrique à 2, à 5 ou 10 pour 100, qui *ne dissout pas à froid* la mucine, mais qui la dédouble à chaud, et avec l'acide sulfurique à 2 pour 100.

» L'*hydrate de carbone* qui se forme par l'action des acides étendus sur cette mucine répond à la formule $C^6H^{12}O^6$, mais il diffère du glucose; il est inactif au polarimètre, ne fermente pas et réduit abondamment la liqueur de Fehling. Son osazone fond à 164°-165° et cristallise en aiguilles jaunes, réunies en touffes. Le sous-acétate de plomb ammoniacal ne précipite qu'incomplètement ce sucre de ses solutions.

» La solution, obtenue par l'ébullition directe du kyste à l'autoclave, précipitation par l'alcool ou l'acide acétique et redissolution dans l'eau, présente, en outre, les caractères suivants qui la distinguent des autres prémucines : la chaleur ne coagule pas ses dissolutions, les sels neutres précipitent cette mucine; la réaction de Millon est très nette; les solutions ne réduisent pas directement la liqueur de Fehling; elles précipitent par le tannin, le ferrocyanure acétique, le chlorure mercurique, l'acétate et le sous-acétate de plomb, le sulfate de cuivre, l'alun; mais *aucun de ces précipités n'est soluble dans un excès*.

» Cette *mucine*, traitée à 45° par la pepsine et l'acide chlorhydrique à 3 pour 1000 se transforme complètement (1) en un mélange de *mucine-albumose* et de *mucine-peptone*, séparables par le sulfate d'ammonium.

» Cette substance, soumise à 190°, durant soixante heures, à l'action de la baryte cristallisée, selon la méthode de Schützenberger (20^{gr} mucine, 60^{gr} baryte, 100^{gr} eau), donne :

Azote ammoniacal	3,5
Anhydride carbonique	3,3
Acide oxalique	2,4
Acide acétique	4,7

(1) On exclut ainsi l'idée d'une nucléo-albumine.

et un *résidu fixe* qui avait la composition suivante :

Carbone	46,5
Hydrogène	7,9
Azote	9,3

Ce résidu ne réduisait pas la liqueur de Fehling.

» La substance principale étudiée dans cette Note appartient, on le voit, à la classe des *vraies mucines;* elle ne peut se confondre avec le mucoïde de Hammarsten; elle est différente des mucines décrites (escargot, limace, tendons, glandes sous-maxillaires) par son insolubilité dans les alcalis étendus, par l'action des alcalis concentrés, par son insolubilité dans les acides minéraux et par la plupart de ses réactions. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Holothuries recueillies par le* Travailleur *et le* Talisman. Note de M. **Rémy Perrier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une précédente Communication (1), j'ai énuméré et décrit les Élasipodes recueillies par les explorations françaises sous-marines. La présente Note, relative aux autres familles d'Holothuries, complète l'exposé de mes recherches sur le groupe dont la Commission des dragages a bien voulu me confier l'étude. Le nombre des individus dont il est ici question est de 277, se rapportant à 31 espèces, dont 15 n'ont pas encore été décrites. Je m'occuperai à peu près exclusivement de ces dernières.

» I. Famille des Holothuriidæ (Aspidochirotes). Ludwig (*Holothuries de l'Albatross*) a divisé cette famille en deux tribus : les Synallactinæ et les Holothuriinæ. Les premières se distinguent : 1° Par l'absence de vésicules tentaculaires; 2° par leurs organes arborescents sans relation avec le système circulatoire; 3° par leur canal hydrophore ouvert à l'extérieur, ou du moins conservant avec la paroi dorsale du corps des connexions plus ou moins étroites. Ces caractères rapprochent nettement cette tribu des Élasipodes; de plus, la subdivision proposée par Ludwig a une grande importance au point de vue bathymétrique. C'est en effet, à quelques exceptions près, aux *Synallactinæ* qu'appartiennent les formes abyssales, tandis que les formes littorales se rattachent à peu près exclusivement aux *Holothuriinæ*. L'évolution du groupe devient ainsi très claire : les *Synallactinæ*, détachées de bonne heure de la souche des *Holothuriinæ*, comme l'indiquent leurs caractères primitifs, ont émigré dans les

(1) *Comptes rendus*, séance du 23 novembre 1896.

grands fonds et, par une évolution facile à suivre, ont donné naissance au groupe spécialisé des *Élasipodes*.

» La subdivision ci-dessus indiquée nécessite un remaniement dans les groupements génériques :

» 1. Tribu des Synallactinæ : 182 individus, répartis en onze espèces, dont sept nouvelles :

» 1° Au genre *Mesothuria* Ludw. légèrement modifié, je rattache *Hol. intestinalis* Asc. et Rath. (440^{m}-1400^{m}); *Hol. Verillii* Théel (1100^{m}-4255^{m}), l'une des espèces les plus largement répandues dans les grands fonds; sans doute aussi *Hol. Murrayi* Théel, et enfin une espèce nouvelle, *Mes. maroccana* (3200^{m}), se rattachant à *Hol. Murrayi*, dont elle diffère par son ambulacre impair nu et par l'absence de gros pédicelles sur les ambulacres latéraux;

» 2° *Zygothuria* n. gen. Une seule rangée de gros pieds espacés sur chaque ambulacre latéral; papilles dorsales très petites, un seul buisson génital; madréporite tout contre la paroi du corps. A ce nouveau genre je rattache *Z. lactea* Théel (912^{m}-1975^{m}), espèce polymorphe dont j'ai distingué plusieurs variétés; et une espèce nouvelle, *Z. connectens* (1975^{m}-2518^{m}), différant de la précédente notamment par ses sclérites à perforations nombreuses plus ou moins arrondies;

» 3° *Pseudostichopus atlanticus* n. sp. (4165^{m}) diffère de *Ps. villosus* Théel, par ses appendices ambulacraires autrement disposés, non sériés, et ses sclérites en forme de plaques mamelonnées;

» 4° *Pælopatides grisea* (1918^{m}-4060^{m}) n. sp., n'est peut-être qu'une variété de *P. confundens* Théel, dont il diffère par sa forme générale, par ses spicules à bras plus obliques et à tige centrale très courte;

» 5° *Synallactes crucifera* (2115^{m}) : sur l'ambulacre impair un petit nombre de pieds sur deux rangs; sur les ambulacres latéraux un rang de pieds en zigzag, et au-dessus un rang de papilles; sur chaque ambulacre dorsal, deux rangées de papilles. Sclérites cruciformes très fins;

» 6° *Herpysidia* n. gen. : 20 tentacules; une sole ventrale bordée d'une rangée de papilles; ambulacre impair nu; ambulacres latéraux avec deux rangs de pieds; face dorsale couverte de grosses papilles; deux buissons génitaux. Ici je place *H.* (*Stichopus*) *Tizardi* Théel (830^{m}-1495^{m}), et une espèce nouvelle, *H. reptans* (2115^{m}), belle Holothurie rose, dont les papilles dorsales forment de chaque côté deux rangées assez nettes, avec une papille plus grosse en avant; il existe en outre, sur les interambulacres latéraux, d'autres papilles plus petites, assez nombreuses;

» 7° *Benthothuria funebris* (782^{m}-1230^{m}) n. gen. et n. sp. : aspect des *Benthodytes*, mais des poumons; une sole ventrale, portant quatre rangées de pieds, ne dépassant pas le tiers antérieur; papilles dorsales nombreuses sur les interambulacres latéraux, disparaissant sur la région médiane du dos. Pas de sclérites.

» 2. Tribu des Holothuriinæ : 35 individus, la plupart des zones superficielles; 7 espèces, dont une seule nouvelle.

» *Holothuria limbata* n. sp. : une sole ventrale différenciée; corps aplati avec un rebord latéral mince; des pieds sur la face dorsale comme sur la sole ventrale. Sclérites : des tables, des spicules dichotomes, de gros spicules recourbés et dentés (564^{m}).

» II. Fam. des Cucumariidæ (Dendrochirotes) : 19 individus, 7 espèces, dont 3 nouvelles.

» *Cucumaria incurvata* (*Siphothuria :* E. Perrier, *Expl. sous-marines,* 1886, *fig.* 202). Appendices ambulacraires localisés sur les ambulacres, où ils forment une rangée en zigzag. Ce sont des papilles, soutenues par de longues plaques formant un faisceau rigide et ne laissant libre que l'extrémité de la papille. Sclérites : des plaques percées de trous que séparent des côtes saillantes; des coupes réticulées hémisphériques (60^{m}–106^{m}).

» *Ocnus compressus* n. sp. : corps recourbé en U, fortement comprimé latéralement; l'extrémité postérieure amincie en une queue; symétrie bilatérale évidente : pédicelles sur un seul rang, plus nombreux sur les ambulacres latéraux. Sclérites : plaques perforées imbriquées, dont la partie libre est couverte de tubercules triangulaires; des coupes réticulées (627^{m}).

» *Thyone gadeana* sp. nov. (106^{m}) diffère de *Th. fusus* par ses pédicelles plus fins et plus serrés, son anneau calcaire beaucoup plus allongé, ses sclérites un peu différentes.

» III. Fam. des Tesselatæ : 4 individus, formant 2 espèces nouvelles.

» *Hypsilothuria attenuata* (E. Perrier, *Expl. sous-marines,* 1886, *fig.* 203), décrite avec détail par Ludwig sous le nom de *Sphærothuria bitentaculata* (2325^{m}).

» *Hyps. Talismani* (E. Perrier, *Ibid., fig.* 204) (1123^{m}).

» IV. Fam. des Apodes : 37 individus, 6 espèces, dont 2 nouvelles.

» *Ankyroderma loricatum.* Corps allongé, peau lisse; sclérites se recouvrant au point de former un revêtement continu; plaques irrégulières, avec un ou deux prolongements; tables à 6 trous; des spatules, mais pas d'ancres, des granules bruns (1090^{m}-2425^{m}).

» *Ank. maroccanum* n. sp. : Diffère de *A. Danielsseni* par ses plaques perforées de deux espèces : les unes grandes, à trous larges et peu nombreux, les autres petites à trous petits et nombreux.

» En résumé la collection des Holothuries draguées par le *Travailleur* et le *Talisman* comprend 631 individus, se répartissant en 46 espèces, dont 26 sont nouvelles. »

ZOOLOGIE. — *Sur les premiers stades embryogéniques de* Serpula infundibulum *et* Hydroïdes pectinata. Note de M. **Albert Soulier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le mode de formation de la bouche et de l'anus chez la larve trochophore des Annélides est sujet à discussion.

» Le problème ne peut être élucidé que par l'étude d'animaux dont l'embryogénie est dilatée : quelques Serpuliens sont dans ce cas, notam-

ment *Serpula infundibulum* et *Hydroïdes pectinata*. J'ai étudié les premiers stades embryogéniques de ces deux Annélides, à la *Station zoologique de Cette*. J'y ai fait de nombreux essais de fécondation artificielle, et j'ai élevé pendant plusieurs jours les larves dont les transformations ont été observées d'une façon suivie.

» Chez *Serpula* la segmentation est totale et égale; chez *Hydroïdes*, au contraire, la segmentation totale est inégale au début, mais la différence de volume entre les cellules de segmentation ne tarde pas à s'atténuer, si bien qu'au stade morula tous les blastomères sont égaux entre eux, ou à peu près. Peut-être quelques-unes des cellules situées au pôle postérieur présentent-elles des dimensions un peu plus grandes. En tous cas les différences sont insignifiantes. A partir de ce stade l'évolution de *Serpula* et celle d'*Hydroïdes* sont identiques. La description suivante s'applique donc à l'une quelconque de ces deux Annélides.

» Dès la phase blastule, une modification importante se produit. Deux cellules blastodermiques, situées au pôle postérieur, deviennent plus volumineuses que leurs voisines et dessinent une saillie très accentuée, par leur partie interne, dans la cavité de segmentation. Ces deux éléments sont très évidents : ils absorbent en effet l'hématoxyline avec bien plus d'énergie que les autres cellules blastodermiques et acquièrent ainsi une coloration violette assez intense. Ces deux cellules, déjà bien nettes dès la phase blastule, sont les *initiales mésodermiques*. Dès ce moment elles indiquent, par leur situation, les côtés droit et gauche de la future trochophore. L'apparition des initiales mésodermiques précède donc la gastrulation. En effet, c'est seulement au moment où la saillie interne, formée par les deux initiales, est devenue bien marquée, que se produit l'invagination gastrulaire. Le pôle postérieur se déprime et, insensiblement, les cellules qui le constituent s'invaginent dans la cavité de segmentation. L'endoderme prend ainsi naissance. Les deux initiales mésodermiques, placées elles aussi au pôle postérieur, sont entraînées dans ce mouvement et perdent leurs relations avec l'extérieur. Pendant un temps très court, elles forment à droite et à gauche partie des lèvres du blastopore; puis elles ne tardent pas à se séparer de l'endoderme et se trouvent libres dans la cavité de segmentation, tout en demeurant situées dans le voisinage du blastopore. Celui-ci est nettement situé au pôle postérieur.

» L'invagination s'accentue et l'entéron, prenant toujours une plus grande extension, envahit une bonne partie de la cavité de segmentation. Les cellules endodermiques sont très longues, en forme de tronc de pyra-

mide; leur sommet correspond à la région du blastopore. Pendant que s'opèrent ces transformations, les trois ou quatre cellules ectodermiques placées au pôle antérieur sont devenues columnaires et ont acquis des dimensions bien supérieures à celles des éléments ectodermiques voisins. Elles forment la plaque céphalique, première ébauche du système nerveux. Le fond de l'entéron vient s'appliquer, ou peu s'en faut, contre cette plaque. Très généralement, les cellules formant le pôle antérieur et les cellules entériques entrent momentanément en contact par l'intermédiaire de prolongements protoplasmiques. Les expansions de cette nature, issues d'éléments blastodermiques, constituent du reste un fait général.

» Entre temps est apparue une couronne ciliée équatoriale; de même quelques cils très longs, en nombre restreint, se montrent sur la plaque céphalique. Tous ces cils traversent la membrane ovulaire, et permettent la progression de la larve.

» La larve, à ce moment, est encore parfaitement symétrique : la plaque céphalique, l'entéron et le blastopore se trouvent situés sur l'axe longitudinal, antéro-postérieur. Les cellules mésodermiques sont à droite et à gauche. Mais, dès lors, la symétrie disparaît. La région post-équatoriale s'accroît, mais d'une façon oblique. (Cette extension est rendue possible par la disparition de la membrane ovulaire qui, appliquée contre l'ectoderme, forme la cuticule larvaire. Celle-ci ne disparaît pas brusquement en une seule pièce, mais peu à peu. Elle se desquamme d'abord dans la partie terminale de la région post-équatoriale, tandis qu'elle persiste encore fort longtemps comme revêtement de la partie antérieure.) L'accroissement en longueur du blastopore est connexe de l'accroissement de la partie post-équatoriale et se fait dans une direction oblique : son extrémité antérieure occupant toujours la même situation, et son extrémité postérieure se déplaçant.

» Cette obliquité est de nature à masquer les phénomènes subséquents et peut expliquer la diversité des opinions signalées plus haut.

» Le blastopore prend ainsi la forme d'une fente longitudinale et s'étire, en quelque sorte, par le fait de l'extension de la zone post-équatoriale. Il se ferme par accolement des deux lèvres, tandis que la lumière de l'entéron disparaît. Un étranglement circulaire se montre au-dessous de la couronne ciliée, au niveau de l'extrémité antérieure du blastopore et déjà se dessine la forme en cloche de la trochophore. L'accroissement de la zone post-équatoriale s'accentue, la trochophore acquiert insensiblement son aspect définitif et l'extrémité postérieure du blastopore se trouve reportée à l'ex-

trémité postérieure terminale. La situation du blastopore n'est donc plus la même, puisque primitivement celui-ci se trouvait tout entier placé à l'extrémité postérieure de l'axe antéro-postérieur; de plus l'orientation générale a changé : cet axe longitudinal ne passe plus par le centre du blastopore, mais bien par l'extrémité postérieure de celui-ci. Quant à l'entéron il est réduit à un amas cellulaire qui présente l'aspect d'un cordon appliqué contre l'ectoderme, formant les lèvres du blastopore. Ce cordon ne tarde pas à se séparer de l'ectoderme, sauf en deux points, aux deux extrémités antérieures et postérieures du blastophore, où se percent la bouche et l'anus, tandis qu'une nouvelle cavité entérique apparaît par écartement des cellules endodermiques.

» Une seconde couronne ciliée apparaît au-dessous de la bouche. C'est la couronne postorale. L'anneau cilié équatorial devient ainsi la couronne préorale. Pendant ce temps les initiales mésodermiques ont proliféré; elles ont donné un certain nombre de cellules mésenchymateuses, et deux rangées d'éléments qui constituent les bandelettes mésoblastiques. Bientôt, les vésicules ovales, signalées par Stossech, apparaissent ainsi que les taches oculaires; les cellules rénales se montrent et insensiblement l'organisation de la trochophore se complète.

» Le blastopore donne donc naissance à la fois à la bouche et à l'anus; de plus, ses lèvres accolées forment la traînée cellulaire longitudinale qui, sur la face ventrale de la trochophore, s'étend de la bouche à l'anus. »

ZOOLOGIE. — *Formes épitoques et polymorphisme évolutif chez une Annélide du groupe des Cirratuliens* (Dodecaceria concharum *Œrst.*). Note de MM. **Félix Mesnil** et **Maurice Caullery**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Nous avons signalé (*Comptes rendus*, 28 septembre 1896) l'existence de *formes épitoques* chez la famille des Cirratuliens et particulièrement chez la *Dodecaceria concharum* Œrst. L'intérêt de cette constatation nous a engagés à étudier d'une façon approfondie l'évolution de cette espèce que nous pouvions nous procurer en extrême abondance. Nous avons été amenés ainsi à la découverte de faits très intéressants pour la Biologie générale. On peut les désigner sous le nom de *polymorphisme évolutif*. Ce sont des transformations très difficiles à suivre d'une façon complète. Bien que nos résultats offrent encore quelques lacunes, nous croyons intéressant d'en donner ici un résumé.

mide; leur sommet correspond à la région du blastopore. Pendant que s'opèrent ces transformations, les trois ou quatre cellules ectodermiques placées au pôle antérieur sont devenues columnaires et ont aequis des dimensions bien supérieures à celles des éléments ectodermiques voisins. Elles forment la plaque céphalique, première ébauche du système nerveux. Le fond de l'entéron vient s'appliquer, ou peu s'en faut, contre cette plaque. Très généralement, les cellules formant le pôle antérieur et les cellules entériques entrent momentanément en contact par l'intermédiaire de prolongements protoplasmiques. Les expansions de cette nature, issues d'éléments blastodermiques, constituent du reste un fait général.

» Entre temps est apparue une couronne ciliée équatoriale; de même quelques cils très longs, en nombre restreint, se montrent sur la plaque céphalique. Tous ces cils traversent la membrane ovulaire, et permettent la progression de la larve.

» La larve, à ce moment, est encore parfaitement symétrique : la plaque céphalique, l'entéron et le blastopore se trouvent situés sur l'axe longitudinal, antéro-postérieur. Les cellules mésodermiques sont à droite et à gauche. Mais, dès lors, la symétrie disparaît. La région post-équatoriale s'accroît, mais d'une façon oblique. (Cette extension est rendue possible par la disparition de la membrane ovulaire qui, appliquée contre l'ectoderme, forme la cuticule larvaire. Celle-ci ne disparaît pas brusquement en une seule pièce, mais peu à peu. Elle se desquamme d'abord dans la partie terminale de la région post-équatoriale, tandis qu'elle persiste encore fort longtemps comme revêtement de la partie antérieure.) L'accroissement en longueur du blastopore est connexe de l'accroissement de la partie post-équatoriale et se fait dans une direction oblique : son extrémité antérieure occupant toujours la même situation, et son extrémité postérieure se déplaçant.

» Cette obliquité est de nature à masquer les phénomènes subséquents et peut expliquer la diversité des opinions signalées plus haut.

» Le blastopore prend ainsi la forme d'une fente longitudinale et s'étire, en quelque sorte, par le fait de l'extension de la zone post-équatoriale. Il se ferme par accolement des deux lèvres, tandis que la lumière de l'entéron disparaît. Un étranglement circulaire se montre au-dessous de la couronne ciliée, au niveau de l'extrémité antérieure du blastopore et déjà se dessine la forme en cloche de la trochophore. L'accroissement de la zone post-équatoriale s'accentue, la trochophore acquiert insensiblement son aspect définitif et l'extrémité postérieure du blastopore se trouve reportée à l'ex-

trémité postérieure terminale. La situation du blastopore n'est donc plus la même, puisque primitivement celui-ci se trouvait tout entier placé à l'extrémité postérieure de l'axe antéro-postérieur; de plus l'orientation générale a changé : cet axe longitudinal ne passe plus par le centre du blastopore, mais bien par l'extrémité postérieure de celui-ci. Quant à l'entéron il est réduit à un amas cellulaire qui présente l'aspect d'un cordon appliqué contre l'ectoderme, formant les lèvres du blastopore. Ce cordon ne tarde pas à se séparer de l'ectoderme, sauf en deux points, aux deux extrémités antérieures et postérieures du blastophore, où se percent la bouche et l'anus, tandis qu'une nouvelle cavité entérique apparaît par écartement des cellules endodermiques.

» Une seconde couronne ciliée apparaît au-dessous de la bouche. C'est la couronne postorale. L'anneau cilié équatorial devient ainsi la couronne préorale. Pendant ce temps les initiales mésodermiques ont proliféré; elles ont donné un certain nombre de cellules mésenchymateuses, et deux rangées d'éléments qui constituent les bandelettes mésoblastiques. Bientôt, les vésicules ovales, signalées par Stossech, apparaissent ainsi que les taches oculaires; les cellules rénales se montrent et insensiblement l'organisation de la trochophore se complète.

» Le blastopore donne donc naissance à la fois à la bouche et à l'anus; de plus, ses lèvres accolées forment la traînée cellulaire longitudinale qui, sur la face ventrale de la trochophore, s'étend de la bouche à l'anus. »

ZOOLOGIE. — *Formes épitoques et polymorphisme évolutif chez une Annélide du groupe des Cirratuliens* (Dodecaceria concharum *OErst.*). Note de MM. **Félix Mesnil** et **Maurice Caullery**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Nous avons signalé (*Comptes rendus*, 28 septembre 1896) l'existence de *formes épitoques* chez la famille des Cirratuliens et particulièrement chez la *Dodecaceria concharum* OErst. L'intérêt de cette constatation nous a engagés à étudier d'une façon approfondie l'évolution de cette espèce que nous pouvions nous procurer en extrême abondance. Nous avons été amenés ainsi à la découverte de faits très intéressants pour la Biologie générale. On peut les désigner sous le nom de *polymorphisme évolutif*. Ce sont des transformations très difficiles à suivre d'une façon complète. Bien que nos résultats offrent encore quelques lacunes, nous croyons intéressant d'en donner ici un résumé.

» La *Dodecaria concharum* est une Annélide vivant dans des galeries creusées à l'intérieur du calcaire; à la Hague, on la trouve dans le *Lithothamnion polymorphum*. Dans son tube, l'animal est replié en U, la face dorsale étant du côté concave. Nous avons distingué les formes suivantes :

» 1° Forme A. — C'est de beaucoup la plus abondante. Elle est de couleur brune, mesure de 2^{cm} à $3^{cm},5$ et a de quarante-cinq à soixante-cinq segments. Elle n'a pas d'yeux, porte une paire de palpes et quatre à six paires de branchies. L'armature sétigère, à partir du sixième ou du septième parapode, se compose, aux deux rames, de soies capillaires (pouvant manquer) et surtout de grosses soies terminées par une excavation en forme de cuiller. L'animal mène une vie très sédentaire; il reste à peu près immobile, même une fois extrait du calcaire. *Nous n'avons jamais trouvé* (sur plusieurs centaines d'individus, aux diverses saisons et dans diverses localités) *que des femelles de cette forme* (1). Leur croissance se fait sans métamorphoses ni transformations internes. Les ovules sont de couleur vert bleuâtre et atteignent 200 μ. Les néphridies sont réduites à la paire antérieure. Nous les appellerons *femelles atoques* (forme atoque de notre Note de 1896).

» 2° Forme B_1. — Elle diffère peu de la forme A. Elle est de couleur jaune dans la région moyenne. Les armatures sétigères ont la même constitution, mais, à la base de leur excavation terminale, les soies en cuiller présentent d'un côté une dent saillante. La cavité générale est bourrée de cellules de réserve à granulations éosinophiles. Les organes génitaux sont rudimentaires; les néphridies sont réduites à la paire antérieure.

» 3° Forme B_2. — C'est celle que nous avons décrite en 1896 sous le nom de *forme épitoque*. Elle est très différente des précédentes. Le prostomium porte deux gros yeux. Les palpes sont atrophiés. Les rames sétigères dorsales, depuis le septième anneau jusqu'aux dix à quinze derniers environ, n'offrent plus que des soies capillaires fines et extrêmement longues (2^{mm}), par faisceaux de trente à quarante. Aux rames ventrales de la même région, on rencontre de place en place une soie en cuiller. Celles-ci sont identiques à celles de B_1. L'animal, extrait du calcaire, nage très activement. Sa cavité générale, où les cellules à réserves ont disparu, est bourrée de produits génitaux mûrs. *Les sexes sont séparés et représentés en proportions égales;* il n'y a pas dimorphisme sexuel. Le tube digestif est réduit à un mince cordon et n'est plus fonctionnel. Les néphridies, outre la grande paire antérieure, existent dans tous les anneaux, sauf au voisinage des extrémités; leur ouverture externe est *ventrale par rapport à la rame neurale.* — B_2 résulte de la métamorphose de B_1; nous avons suivi cette transformation de la façon la plus complète. B_1, à partir d'un certain stade, et B_2 sont toujours parasitées par une grégarine cœlomique (*Gonospora longissima* Caull. et Mesn.). Elles sont notablement moins abondantes que A et de taille plus

---

(1) M. Monticelli (*Boll. Soc. nat. Napoli,* Vol. 9, 1895) décrit des *Dod. concharum* de Sardaigne, qui se rapportent incontestablement à la forme A, mais qui, d'après lui, sont *hermaphrodites protandriques*. On pourrait donc les considérer comme une forme distincte. Nous nous contentons de la signaler, ne l'ayant jamais observée dans la Manche.

petite (2^{cm} à $2^{cm},5$ en moyenne); ce sera la *petite forme épitoque* ou *épitoque nageuse*. Nous n'avons trouvé B_2 qu'en été. Elle a été vue par Verrill (*Proc. U. S. Nat. Mus.*, 2, 1879) et appelée par lui *Heterocirrus fimbriatus*.

» 4° Forme C_1. — Elle ne diffère de A que par la couleur jaunâtre des ovules et par la présence de nombreuses glandes à mucus dans l'ectoderme : la région comprise entre les rames des parapodes se transforme de chaque côté en un bourrelet glandulaire dont l'épaisseur atteint deux ou trois fois celle du reste du tégument. Les soies sont identiques à celle de la forme A. *Tous les individus que nous avons trouvés étaient des femelles.*

» 5° Forme C_2. — Elle dérive de C_1 comme B_2 de B_1. C'est aussi une *forme épitoque*, mais de grande taille (plus de 3^{cm}) et peu mobile (*épitoque sédentaire*). Elle a deux yeux sur le prostomium; ses palpes ont persisté. Les soies en cuiller ont disparu, dans la région moyenne, *seulement* aux rames dorsales des parapodes et sont remplacées par de longues soies capillaires mesurant jusqu'à 2^{mm}. Les glandes à mucus se sont étendues à la face dorsale et surtout à la face ventrale. Le tube digestif est atrophié comme dans B_2. Les organes segmentaires, distribués comme dans B_2, s'ouvrent *entre les deux rames des parapodes*, au milieu du bourrelet glandulaire. Cette forme est très fragile et sécrète du mucus en abondance; les œufs, qui sont jaunâtres et mesurent de 120μ à 140μ, en sont enveloppés lors de la ponte. Nous n'avons jusqu'ici rencontré C_1 et C_2 qu'au printemps dernier; elles sont très rares. Nous n'avons pas réussi à trouver un seul mâle.

» La description précédente nous conduit donc à distinguer cinq formes, groupées en trois séries (A, $B_1 - B_2$, $C_1 - C_2$) qui diffèrent entre elles :

» 1° Par des caractères morphologiques (différence de forme des soies en cuiller dans A, $C_1 - C_2$, d'une part, et $B_1 - B_2$, d'autre part; cette différence n'existe pas sur les individus ayant moins de 15 segments);

» 2° Par leurs parasites (*Gonospora constante* dans $B_1 - B_2$, *n'existant jamais* dans A, $C_1 - C_2$);

» 3° Par leur mode d'évolution. A évolue graduellement et sans métamorphose; les deux autres séries aboutissent à des *formes épitoques* par des transformations, en partie parallèles (atrophie du tube digestif, modifications de l'appareil sétigère, apparition d'yeux sur le prostomium), en partie divergentes (atrophie des palpes dans B_2, développement des glandes à mucus chez $C_1 - C_2$). L'édification des organes, en particulier des organes génitaux, est graduelle chez A et chez $C_1 - C_2$; la métamorphose, dans cette dernière série, est très progressive. Elle est beaucoup plus brusque chez $B_1 - B_2$. Au stade B_1, il y a accumulation de réserves qui remplissent la cavité générale; le passage au stade B_2 se fait rapidement, l'animal cessant de se nourrir et les réserves se résorbant pour fournir la substance des produits sexuels.

» Malgré les différences qui les séparent, nous considérons A, B, C

comme appartenant à une même espèce (*Dodecaceria concharum*) polymorphe, ayant une forme avec mâles et femelles (B) et deux formes avec femelles seulement (A, C). Entre autres raisons, l'absence de toutes traces d'organes mâles chez A et C nous détourne de les regarder comme constituant une espèce distincte de B. Pour résoudre d'une façon certaine le problème des relations entre les diverses formes, il faudrait procéder, *ab ovo*, à des éducations complètes.

» Faisons d'ailleurs remarquer que la position de la limite spécifique entre les diverses formes a une importance secondaire. Si elles appartiennent toutes à la même espèce, les individus de celle-ci évoluent très différemment suivant les cas, puisqu'ils peuvent aboutir soit à une forme atoque A, soit à l'une des deux formes épitoques B_2 et C_2. S'il y a plusieurs espèces, elles résultent nécessairement de la scission récente d'une espèce unique dont les tronçons ont une évolution morphologique et physiologique très dissemblable. Quelle que soit la réalité, ce sont là des phénomènes biologiques très curieux et auxquels nous ne connaissons d'analogues chez les Annélides que dans le cas de la *Nereis Dumerilii*, lié, lui aussi, à la présence de formes épitoques. Nous comptons prochainement exposer tous ces faits en détail. »

BOTANIQUE. — *Sur la sexualité et les affinités des Sphacélariacées.* Note de M. **C. Sauvageau**, présentée par M. Guignard.

« Les Phéosporées renferment environ 350 espèces réparties dans près de 20 familles, mais des organes de reproduction hétérogamique n'ont été observés que chez un très petit nombre d'entre elles; il se réduit, en effet, à deux Tiloptéridées, trois Cutlériacées et trois *Ectocarpus*. La présence d'anthéridies chez les *Ectocarpus*, découverte par Thuret, parut même si extraordinaire pendant longtemps qu'on n'en a guère tenu compte jusqu'au Mémoire publié par M. Bornet sur ce sujet en 1891; depuis, la fécondation a été observée directement. Les autres Phéosporées sont munies d'organes uniloculaires ou pluriloculaires; on dit souvent que les premiers sont des organes de reproduction asexuée, et que les seconds renferment des gamètes isogames, généralisant ainsi, sans preuve aucune, les observations faites sur l'*Ectocarpus siliculosus* et le *Scytosiphon*. La découverte d'organes sexués chez une Phéosporée appartenant à un groupe différent de ceux cités précédemment a donc une certaine importance.

» J'ai trouvé cette année, à Guéthary, au commencement de mai, le *Sphacelaria Hystrix,* que l'on n'avait rencontré jusqu'à présent qu'aux îles Canaries. Il formait, sur le *Cystoseira ericoides,* de petites touffes denses, isolées ou mêlées à celles du *Sphac. cirrosa,* enfoncées par leur base dans la plante hospitalière, qui portent, sur un même individu ou sur des individus différents, des anthéridies et des sporanges pluriloculaires qui sont très probablement des oogones. Je n'ai pas vu de sporanges uniloculaires. Les anthéridies et les sporanges pluriloculaires, presque sphériques ou peu allongés, sont identiques de forme et de dimensions, mais les logettes des premières sont plus petites. Leur différence de coloration les fait reconnaître à première vue et correspond tout à fait à celles de ces mêmes organes chez les *Cutleria* ou les *Ectocarpus secundus* et *Lebelii;* les anthéridies sont rouge orangé, les sporanges brun foncé.

» La déhiscence est identique dans les deux sortes d'organes, et indépendante pour chaque logette. Jusqu'à ce moment, la surface de l'organe se maintient lisse et uniforme; puis, de chaque logette et vers son milieu s'élève une petite verrue de plus en plus saillante, par la poussée de l'élément inclus, qui sort enfin, mais reste un instant arrondi, immobile, avant de dérouler ses cils. Dans le cas normal, la déhiscence des logettes est simultanée, et l'organe est alors recouvert d'une couche de globules qui bientôt déroulent leurs cils, s'animent et s'échappent dans toutes les directions. Après la déhiscence, chaque logette est percée d'une ouverture circulaire à bords très nets, sans bavures, indiquant une dissolution de la paroi, d'environ 3$^{\mu}$ de diamètre pour les anthéridies et 4$^{\mu}$ pour les sporanges; la petitesse de l'ouverture nécessite donc une déformation assez grande des éléments mobiles. Les organes vidés se conservent ensuite longtemps sans se déformer, les cloisons de séparation entre les logettes superposées sont très visibles; elles se rejoignent suivant l'axe de l'organe ou autour d'un méat axile.

» Un pareil mode de déhiscence n'est connu, parmi les Phéosporées, que chez les Cutlériacées, et les anthéridies des Tiloptéridées. Il est très probablement le même pour les organes pluriloculaires de toutes les Sphacélariacées. Cependant, il n'a été mentionné que par Pringsheim, à propos du *Cladostephus,* dans son Mémoire de 1873; son observation, passée inaperçue, n'a pas été vérifiée depuis, bien que plusieurs auteurs aient étudié ces plantes, et que la trace de la déhiscence reste longtemps reconnaissable sur les sporanges vidés.

» Les anthérozoïdes, piriformes, ont 5$^{\mu}$,5-7$^{\mu}$,5 sur 3$^{\mu}$-3$^{\mu}$,5; le point

rouge situé dans la moitié postérieure est indépendant de l'insertion des cils. Les zoospores, ovales, pâles, à 3-4-5 chromatophores en disques, mesurent 13$^{\mu}$-13$^{\mu}$,5 sur 6$^{\mu}$,5-7$^{\mu}$,5. Les déhiscences se font moins bien en cellules de culture que dans des vases; elles sont plus laborieuses et moins simultanées; je n'ai vu ni copulation, ni zoospore fixée avec deux points rouges. Les zoospores s'arrondissent en se fixant et deviennent globuleuses, mais se désorganisent au bout de peu de temps ou de quelques heures, sans toutefois se déformer, ni éclater brusquement, comme le font fréquemment les oosphères non fécondées de l'*Ectocarpus secundus*. Parfois, cependant, un très petit nombre de zoospores fixées persistent plus longtemps; j'ai conservé dans l'eau des zoospores fixées sur des lamelles; presque toutes ont disparu après quelques jours, mais j'en ai retrouvé qui quinze jours après étaient encore en parfait état, mais sans avoir poussé plus loin leur germination. Bien que je n'aie pas réussi à observer de copulation, et bien que les homologies des éléments reproducteurs soient particulièrement difficiles à établir chez les Phéosporées, il semble possible de conclure de la difficulté de germination des zoospores du *Sphacelaria Hystrix*, que ces zoospores sont des oosphères et les sporanges pluriloculaires des oogones.

» J'ai montré dernièrement que l'existence de propagules chez les Tiloptéridées était un lien entre ce groupe et les Sphacélariacées. La morphologie des organes pluriloculaires du *Sphacelaria Hystrix* nous conduit à les rapprocher davantage. Les anthéridies sont construites absolument sur le même type, mais la grande lacune axile des *Tilopteris* est représentée ici par un étroit méat. Le fait que les anthéridies du *Tilopteris* sont terminales ou intercalaires est un caractère de second ordre, simplement générique, et n'a pas à entrer en ligne de compte. D'après ce que nous savons maintenant des oogones des Phéosporées, on pourrait même supposer que les oogones des Tiloptéridées, encore inconnus, sont des organes pluriloculaires.

» Les anthéridies et les oogones des *Cutleria* correspondent aussi à ceux du *Sphacelaria Hystrix*; ils sont simplement plus étroits et, par suite, sans méat axial. Le mode d'accroissement du thalle est, il est vrai, bien différent; mais une Sphacélariacée, le *Battersia*, a un thalle crustacé sans sphacèle, comparable à celui d'un *Aglaozonia* et ses sores fructifères, qui sont ses seules parties dressées, ne paraissent pas sans analogie avec ceux des Cutlériacées. D'ailleurs, le thalle rampant de certains *Sphacelaria* (*S. olivacea*) rappelle la lame rampante découverte par M. Falkenberg à la base des germinations de *Cutleria*.

» Les Ectocarpacées, Tiloptéridacées et Cutlériacées ont donc une étroite parenté non seulement entre elles, mais avec les Sphacélariacées. Enfin, j'ai décrit chez les Myrionémacées une origine endogène des poils, jusqu'alors inconnue, et j'ai fait remarquer alors qu'elle se retrouvait chez les *Sphacelaria cirrosa* et *tribuloïdes;* elle est la même pour le *Sphac. Hystrix* et probablement aussi chez toutes les plantes de la même famille. »

GÉOLOGIE. — *Allure aes couches paléozoïques sur le versant méridional de la Montagne-Noire.* Note de M. **J. Bergeron**, présentée par M. Fouqué.

« Entre Laurens et Cabrières (Hérault) s'étend une bande de terrains paléozoïques, bien connus par la richesse de leurs faunes. Elle comprend les étages suivants : l'ordovicien, le gothlandien (le gédinnien semble faire défaut), le coblencien, l'eifélien, le givétien et le dévonien supérieur ainsi constitué : à la base, le calcaire à *Gephyroceras intumescens,* puis le calcaire à *Parodoceras curvispina,* enfin le calcaire à clyménies, désigné encore sous le nom de *marbre griotte.* En quelques rares points se voient sur les griottes des calcschistes avec intercalations de bancs de lydienne. Plus rarement encore ces derniers sont recouverts par des schistes qui, dans la bande en question, n'ont jamais présenté de fossiles et sont, d'ailleurs, très peu développés. Toute la série précédente est disposée dans l'ordre normal des couches. Elle disparaît vers l'est et vers le sud, suivant les points, sous le permien ou sous le trias, dont le plongement est moindre que celui des couches plus anciennes.

» Le substratum de cette série est formé, de haut en bas, de la manière suivante : sous l'ordovicien et en concordance apparente de stratification avec lui, plongent des schistes bleus et verts, dans lesquels on a signalé la présence de *Pleurodyctium.* Par suite, ils ont été rangés dans le coblencien inférieur. D'autre part, leur position sous les schistes ordoviciens et leur concordance de stratification avec eux les avaient fait attribuer à la base de l'arenig. Mais les fossiles que M. Escot et moi y avons recueillis, bien que très mal conservés, m'ont permis d'y reconnaître une faune de la base du carbonifère. J'ai pu déterminer un Productus voisin de *Pr. semireticulatus,* un grand spirifer du groupe du *Sp. tornacensis,* un autre spirifer et un Cyrtia voisins de types carbonifères. Peut-être y a-t-il parmi les Polypiers une forme du même groupe que le *Pleurodyctium,* mais il n'y a certainement aucune espèce du coblencien inférieur.

» Sous ces schistes apparaissent, en remontant vers le nord, des calcschistes avec intercalations de bancs de lydienne; puis vient tout un ensemble de calcaires schisteux, très épais, sans autres fossiles que des tiges d'encrines. Dans les assises supérieures, assez vivement colorées en rouge, se trouvent des calcaires noduleux au milieu desquels j'ai reconnu quelques rares sections de goniatites. C'est le marbre griotte, et cette série calcaire représente tout le dévonien; mais il montre ici un facies schisteux qui rappelle celui des calcaires cambriens et qui tient aux fortes pressions auxquelles a été soumis ce massif. Il repose d'ailleurs sur les schistes de l'ordovicien inférieur.

» On a donc, en superposition, deux fois la même série, parfois avec quelques lacunes provenant d'érosions. Une pareille disparition ne peut s'expliquer que par suite du glissement du flanc sud d'un anticlinal couché, sur le flanc sud d'un second anticlinal situé plus au nord. La première bande de terrains paléozoïques est donc en *écaille* sur la seconde.

» Cette écaille a subi elle-même des pressions latérales par suite desquelles il s'est produit des plis avec chevauchements, comme c'est le cas dans la région même de Cabrières. Il serait trop long de les décrire ici. De plus les érosions récentes ont découpé cette bande en lambeaux et c'est sous l'aspect d'îlots qu'elle nous apparaît actuellement.

» De l'allure des assises permiennes et triasiques, là où elles reposent sur le paléozoïque plus ancien, on peut conclure que ces dislocations sont antérieures au permien.

» Plus vers l'ouest, entre Tarassac et Roquebrun, les terrains paléozoïques ont été soumis à d'autres efforts qui ont abouti à la formation d'un anticlinal orienté nord-sud. La voûte formée par le dévonien, et peut-être par le carbonifère, a été enlevée par érosion, et les schistes de l'ordovicien apparaissent maintenant dans la partie axiale. C'est dans ces schistes que s'est creusée la dépression dans laquelle coule l'Orb. Cet anticlinal n'était pas symétrique ; son flanc oriental, constitué par toute la série dévonienne, est à une altitude inférieure à celle à laquelle devait se trouver son flanc occidental. Il ne reste, d'ailleurs, de celui-ci que des lambeaux correspondant à la partie inférieure du synclinal adjacent. Tout cet ensemble plongeant vers l'ouest, on peut en conclure que l'anticlinal en question était renversé vers l'est. De plus, la poussée qui a produit cet accident a soulevé toute la série cambrienne à un niveau supérieur à celui de la série dévonienne dans la région orientale dont je me suis occupé tout d'abord. »

GÉOLOGIE. — *Caractéristiques du schiste bitumineux du Bois-d'Asson (Basses-Alpes)*. Note de **M. C.-Eg. Bertrand.**

« 1. De même que le *brownoilshale*, le schiste bitumineux oligocène exploité au Bois-d'Asson est de la gelée humique solidifiée et fossilisée en présence d'un bitume. Sa charge en matières minérales est forte, elle s'élève à 62,79 pour 100. Par suite, la roche présente le facies macroscopique d'un schiste organique. Optiquement sa matière prédominante est la gelée fondamentale. Malgré son facies schisteux, la roche doit donc être regardée comme un charbon humique. C'est un second exemple de cette classe de charbon.

» 2. La gelée fondamentale jaune clair a une structure uniforme dans toute sa hauteur. Elle est stratifiée et légèrement réticulée. Sa réfringence est à peu près celle des parois des grains de pollen. Elle est moins réfringente que les corps jaunes donnés par la gélose.

» 3. Cette gelée a fait prise en se déposant. Le fait est établi par les spicules denses et par les gros disques d'*Orthosira* qu'elle a retenus en suspension. D'autre part, cette gelée était alors extrêmement diluée. Cette dilution est indiquée par la structure réticulée qu'elle a prise lors de sa coagulation. Elle est encore montrée par cet autre fait que les corps légers comme les petites Diatomées et les spicules creux y sont suspendus couchés en position stable. Sa consistance était inférieure à celle d'une gelée aqueuse de gélose titrant 0,004.

» 4. Malgré cette extrême dilution, la contraction de la gelée fondamentale a été très faible : 2,00 sur la verticale, 1,53 parallèlement à l'horizontale transverse, 1,43 parallèlement à l'horizontale radiale (1). Soit 4,37 en volume. Cette contraction est insuffisante pour expliquer l'origine des matières hydrocarbonées contenues dans la roche. Les grains de pollen et les thalles ont agi comme des corps durs par rapport à la gelée fondamentale.

» 5. La contraction massive de la gelée a déterminé dans sa masse encore molle la production de fentes horizontales qui ont été comblées par un exsudat. Cet exsudat a fait prise comme la gelée initiale. Il tient en suspension des Diatomées et des spicules sphérulaires extrêmement légers,

(1) Ces nombres ont été obtenus par des mesures prises au voisinage d'*Orthosira* et de spicules en navette.

des lambeaux lamellaires de la gelée initiale, des écailles fragmentaires de bitume cassées à angles vifs, et des bactérioïdes. Ces derniers corps y sont uniformément répartis. L'exsudat a localisé très nettement la matière minérale, qui est venue y cristalliser très nettement en colonnettes radiées. Postérieurement à la solidification de la roche, les fentes horizontales ont été souvent le siège de grandes ruptures où est venue cristalliser la calcite tardive.

» 6. Je n'ai pas rencontré dans cette gelée de coupures obliques ou de glissements produisant une stratification disloquée.

» 7. La matière argileuse n'est pas individualisée en cristaux tardifs dans le schiste du Bois-d'Asson comme elle l'est dans le brownoilshale. Sa localisation par la gelée fondamentale n'y est donc pas immédiatement reconnaissable.

» 8. La charge de la gelée fondamentale en bactéroïdes est très faible. Ces corps y sont bullaires et flottants.

» 9. Les corps jaunes du schiste du Bois-d'Asson proviennent de la fossilisation dans la gelée brune, en présence d'un bitume, de grains de pollen, de thalles d'une algue gélosique et de fragments résineux. Il y a 1536 grains de pollen par millimètre cube. Ces corps forment à peine 0,003 du volume de la roche. Il y a 224 thalles du *Botryococcites Largac*. Ces algues forment 0,004 du volume du schiste. Il s'agit d'une algue flottante à gelée interposée entre les éléments cellulaires rayonnants. Ils ont produit des corps jaunes d'origine gélosique. Les fragments résineux sont très constants, mais très rares. La grande abondance numérique du pollen et des algues montre comment se fait la transition des charbons humiques aux charbons gélosiques ou bogheads et aux charbons polliniques. Le schiste du Bois-d'Asson ne mérite pas l'appellation de boghead, la gélose fossilisée n'y étant pas la matière dominante.

» 10. Le schiste du Bois-d'Asson contient des spores de Thallophytes, en particulier quelques spores tétracellulaires en séries linéaires. Il contient de très nombreuses Diatomées dont la plus facilement reconnaissable est un grand *Orthosira* voisin de notre *O. arenaria*. Ce sont des Diatomées d'eau douce. Il contient aussi de très nombreuses spicules de spongiaires, spicules en navette, spicules en haltère, spicules sphérulaires. On y voit quelques lames chitineuses. Les menus fragments végétaux humifiés y sont rares. De loin en loin j'ai observé un fragment de feuille. Par ses Diatomées et ses spicules, le schiste du Bois-d'Asson rappelle le schiste de Menat (Puy-de-Dôme).

» 11. La masse organique du schiste du Bois-d'Asson a subi un enrichissement en matières hydrocarbonées. Sa gelée fondamentale et les corps accidentels qu'elle contient ont été soumis à une imprégnation bitumineuse. Le bitume est arrivé tout formé. On ne voit nulle part dans la masse de la roche de corps organiques en décomposition produisant du bitume. Il s'agit d'un bitume peu condensé très facilement figeable. La pénétration de ce bitume a été très hâtive. Cette pénétration est postérieure à la coagulation de la gelée parce que le bitume n'englobe jamais directement les spicules et les Diatomées. Ce bitume se présente à l'état de gouttelettes, de minces lames et de filets affaissés et figés. Lors de la production des grandes fentes à exsudat, le bitume déjà figé n'y a pas pénétré en gouttelettes, mais seulement à l'état de fragments écailleux entraînés mécaniquement comme les autres corps légers que l'exsudat tenait en suspension. Les gouttes bitumineuses sont souvent vacuolaires, à vacuoles étirées. Parfois les vacuoles y sont réinjectées par uu bitume plus coloré. Les gouttes bitumineuses voisines ne sont pas soudées. La richesse du schiste du Bois-d'Asson en bitume provient non pas de la rétention de cette matière par sa localisation sur la gelée brune fondamentale, mais de sa conservation presque uniquement mécanique dans cette gelée.

» J'ai compté 420 gouttelettes bitumineuses dans 1^{mmc} de schiste. Elles forment 0,036 du volume total du schiste. Par cette charge relativement élevée en bitume libre, le schiste du Bois-d'Asson constitue une variété intéressante dans la classe des charbons humiques.

» 12. Le schiste du Bois-d'Asson ne contient ni coprolithes, ni coquilles d'Ostracodes.

» 13. Ses minéraux tardifs sont la calcite, la glauconie et la pyrite. Celle-ci est uniformément répartie.

» 14. Vers le haut de la couche de schiste, les Diatomées disparaissent et sont altérées. Les spicules disparaissent ensuite. La gelée fondamentale avec ses organites, les grains de pollen et les thalles de Botryococcites, se retrouve dans la dalle qui recouvre le schiste. La gelée et ses organites vont s'y raréfiant à mesure qu'on s'éloigne du schiste.

» 15. A part le mode d'intervention du bitume, les conditions géogéniques essentielles de la formation du schiste du Bois-d'Asson sont celles qui ont déterminé la formation du schiste ciré d'Écosse. »

MÉDECINE. — *Sur les malades rapatriés par les navires affrétés du Commerce et les transports-hôpitaux de l'État*. Note de M. **Bonnafy**, présentée par M. Lannelongue.

« Au moment où l'on préparait la dernière expédition de Madagascar, l'opinion publique se préoccupa vivement du meilleur moyen qu'il convenait d'employer pour rapatrier les malades qui forcément devaient être nombreux.

» La question était de savoir si l'on aurait recours aux *navires affrétés du Commerce* ou si l'on se servirait tout simplement des *transports-hôpitaux* de l'État. Les gens de métier donnaient sans hésitation leurs préférences aux transports de l'État; mais ils ne pouvaient étayer leur choix sur aucune donnée mathématique; aussi les partisans des affrétés, très ardents et criant très fort, l'emportèrent.

» Comme nos transports-hôpitaux de l'Etat, spécialement construits pour la relève des troupes de la Marine aux colonies et le rapatriement des malades, existent encore quoique immobilisés depuis 1895, j'estime qu'il y a un intérêt sérieux à vous présenter et à faire connaître les résultats d'une statistique de M. Bonnafy, médecin en chef de la Marine, qui établit, d'après les rapports médicaux officiels, la valeur absolue et surtout relative de ces navires.

» Les transports-hôpitaux de l'État, dont le nombre s'élève actuellement à sept, ont commencé à fonctionner en 1879 pour l'Indo-Chine.

» Les conditions de rapatriement étaient une traversée de trente-quatre jours en moyenne, de Saïgon à Toulon, et des parages remarquablement mauvais pour les malades, l'océan Indien et la mer Rouge.

» Dans la période quinquennale allant de 1879 à 1883, ces transports-hôpitaux donnèrent comme moyenne de pertes 17 décès sur 1000 malades (1,7 pour 100); voilà pour leur valeur absolue. Voyons maintenant leur valeur relative :

» A partir de 1886 et jusqu'en 1895, époque où nos transports-hôpitaux ont été immobilisés, pour des raisons absolument étrangères à l'hygiène, on fit concourir, au rapatriement des malades de l'Indo-Chine, des bâtiments affrétés du Commerce. Pendant dix ans (1886-1895), ces deux moyens de transport ont donc fonctionné parallèlement, et cela sensiblement dans la même mesure, puisque, dans cette période, les transports de l'État ont rapatrié 11322 malades et les affrétés du Commerce 11343.

» Si l'on prend la moyenne des pertes subies pendant les traversées, on constate que, sur 1000 malades, les transports-hôpitaux de l'État en perdaient seulement 18, tandis que les affrétés du Commerce en perdaient 26.

» En dehors des services rendus à notre corps d'occupation de l'Indo-Chine, nos transports-hôpitaux ont encore été fort heureusement utilisés dans plusieurs autres expéditions soit coloniales, soit navales, notamment dans l'escadre de l'amiral Courbet sur les côtes de la Chine.

» Il ne faut pas oublier que, grâce à leurs excellents aménagements, en cas d'urgence, pour l'hospitalisation sur place, ces navires pouvaient être immédiatement transformés en *hôpitaux flottants*. Considérés sous ce dernier point de vue, ils pourraient recevoir très largement 300 malades ; ce qui, pour fixer les idées, correspond, comme rendement, à trois hôpitaux de campagne. C'est pareil rôle que joua l'un de ces navires, le *Mytho*, dans l'expédition du Dahomey, en 1892, et c'est certainement à cet hôpital flottant, qui permit de soustraire sans retard aux influences telluriques les soldats gravement atteints par le climat, que fut dû en grande partie le succès sanitaire de cette campagne, si bien préparée et conduite par la Marine, et qui est, nous semble-t-il, trop laissée dans l'ombre.

» Pour bien rendre à cette expédition sa vraie physionomie, il nous suffira de relever la donnée suivante :

» Vous savez que, pour mieux apprécier une expédition coloniale, le meilleur critérium réside dans le rapport qui existe entre les morts par le feu de l'ennemi et les morts par la maladie.

» D'autre part, nous avons tous présents à l'esprit les éloges, mérités d'ailleurs, qui furent accordés à l'expédition des Anglais, en 1873, contre les Ashantis dans les mêmes parages.

» Or, si nous comparons les résultats de ces deux expéditions, voici ce que nous constatons en ce qui concerne les effectifs européens, c'est-à-dire les troupes blanches :

» Pour deux morts par le feu de l'ennemi, les Anglais eurent huit morts par maladie, et nous cinq seulement. »

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 juin 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Juin 1898. Tome XIV. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Mémoire sur le Mascaret, par M. Partiot, Ingénieur des Ponts et Chaussées. (Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées*. Ier Cahier de 1861.) Paris, Dunod, 1891; 1 broch. in-8°. (Présentée par M. Bouquet de la Grye.)

Traité de Métallurgie du fer. Tome premier : *Élaboration des métaux*, par Léon Gages, Capitaine d'Artillerie, etc. Paris, J. Fritsch, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Ad. Carnot.)

L'oxyde de carbone, le grisou et le grisoumètre, par M. le Dr Gréhant, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle. (Extrait du *Bulletin* de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Avril 1898.) Paris, Chamerot et Renouard, 1898; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ad. Carnot. Renvoyé au concours Montyon : Arts insalubres.)

Recherches sur les limites de l'absorption de l'oxyde de carbone, par le sang d'un mammifère vivant, par M. N. Gréhant, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle. (*Arch. de Physiologie*. N° 2. Avril 1898.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Ad. Carnot. Renvoyé au concours Montyon : Arts insalubres.)

Coup d'œil sur la Géographie médicale, son passé, son présent et son avenir, par M. le Dr Paul Fabre (de Commentry). Paris, G. Steinheil, 1898; broch. in-8°. (Présenté par M. Lannelongue.)

ERRATA.

(Séance du 23 mai 1898.)

Page 1534, ligne 17, *au lieu de* Note de M. Charles Lapierre, *lisez* Note de M. Charles Lepierre.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Des Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

- ..... Ferrân frères.
- ..... Chaix. Jourdan. Ruff.
- ..... Courtin-Hecquet.
- ..... Germain et Grassin. Lachèse.
- ..... Jérôme.
- ..... Jacquard.
- ..... Feret. Laurens. Muller (G.).
- ..... Renaud.
- ..... Derrien. F. Robert. J. Robert. Uzel frères.
- ..... Jouan.
- ..... Perrin.
- ..... Henry. Marguerie.
- ..... Juliot. Ribou-Collay.
- ..... Lamarche. Ratel. Rey.
- ..... Lauverjat. Degez.
- ..... Drevet. Gratier et Cie.
- ..... Foucher.
- ..... Bourdignon. Dombre.
- ..... Thorez. Quarré.

chez Messieurs :

- *Lorient*..... Baumal. Mme Texier.
- *Lyon*..... Bernoux et Cumin. Georg. Côte. Savy. Vitte.
- *Marseille*..... Ruat.
- *Montpellier*..... Calas. Coulet.
- *Moulins*..... Martial Place.
- *Nancy*..... Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
- *Nantes*..... Loiseau. Veloppé.
- *Nice*..... Barma. Visconti et Cie.
- *Nimes*..... Thibaud.
- *Orléans*..... Luzeray.
- *Poitiers*..... Blanchier. Marche.
- *Rennes*..... Plihon et Hervé.
- *Rochefort*..... Girard (Mlles).
- *Rouen*..... Langlois. Lestringant.
- *St-Étienne*..... Chevalier.
- *Toulon*..... Bastide. Rumèbe.
- *Toulouse*..... Gimet. Privat.
- *Tours*..... Boisselier. Péricat. Suppligeon.
- *Valenciennes*..... Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

chez Messieurs :

- *Amsterdam*..... Feikema Cuarelsen et Cie.
- *Athènes*..... Beck.
- *Barcelone*..... Verdaguer.
- *Berlin*..... Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
- *Berne*..... Schmid et Francke.
- *Bologne*..... Zanichelli.
- *Bruxelles*..... Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
- *Bucharest*..... Sotcheck et Cie. Müller (Carol).
- *Budapest*..... Kilian.
- *Cambridge*..... Deighton, Bell et Cie.
- *Christiania*..... Cammermeyer.
- *Constantinople*..... Otto Keil.
- *Copenhague*..... Höst et fils.
- *Florence*..... Seeber.
- *Gand*..... Hoste.
- *Gênes*..... Beuf.
- *Genève*..... Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
- *La Haye*..... Belinfante frères.
- *Lausanne*..... Benda. Payot.
- *Leipzig*..... Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
- *Liège*..... Desoer. Gnusé.

chez Messieurs :

- *Londres*..... Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
- *Luxembourg*..... V. Buck.
- *Madrid*..... Libr. Gutenberg. Rouco y Fussel. Gonzales e hijos. F. Fe.
- *Milan*..... Bocca frères. Hœpli.
- *Moscou*..... Tastevin.
- *Naples*..... Frass. Marghieri di Gius. Pellerano.
- *New-York*..... Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner.
- *Odessa*..... Rousseau.
- *Oxford*..... Parker et Cie.
- *Palerme*..... Clausen.
- *Porto*..... Magalhaes et Moniz.
- *Prague*..... Rivnac.
- *Rio-Janeiro*..... Garnier.
- *Rome*..... Bocca frères. Loescher et Cie.
- *Rotterdam*..... Kramers et fils.
- *Stockholm*..... Samson et Wallin.
- *St-Petersbourg*..... Zinserling. Wolff.
- *Turin*..... Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
- *Varsovie*..... Gebethner et Wolff.
- *Verone*..... Drucker.
- *Vienne*..... Frick. Gerold et Cie.
- *Zürich*..... Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... **15** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les ... par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières ... par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856..... 15 fr

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences ... le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédi... ... saires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature ... des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... 15 fr

A la même Librairie les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 23.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 6 juin 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

MM. Lœwy et Puiseux. — Nouvelles études photographiques sur la surface de la Lune. 1603

M. Marcel Deprez. — Sur un nouvel électrodynamomètre absolu..... 1608

MM. William Ramsay et Morris-W. Travers. — Sur un nouvel élément constituant de l'air atmosphérique..... 1610

M. Berthelot. — Remarque au sujet de la Communication de MM. *William Ramsay* et *Morris-W. Travers*..... 1613

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Partiot. — De la propagation et de la déformation de l'onde-marée qui remonte dans les fleuves..... 1613

MM. Cornu et de Lapparent sont adjoints à la Commission chargée d'examiner le Mémoire de M. *A. Marx*..... 1615

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Brochure de M. *Paul Fabre* intitulée : « Coup d'œil sur la Géographie médicale »..... 1615

M. C. Guichard. — Sur les surfaces à courbure totale constante..... 1616

M. Martin Krause. — Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce..... 1618

M. R. Baire. — Sur les fonctions discontinues qui se rattachent aux fonctions continues..... 1621

MM. A. Perot et Ch. Fabry. — Sur la détermination des numéros d'ordre de franges d'ordre élevé..... 1624

M. R. Dongier. — Sur le pouvoir rotatoire du quartz dans l'infra-rouge..... 1627

M. R. Swyngedauw. — Sur la décharge d'une bouteille de Leyde..... 1628

M. Albert Turpain. — Comparaison du champ hertzien dans l'air et dans l'huile. 1630

M. Oudin. — Sur les résonateurs et sur l'effluve de résonance..... 1632

M. Aug. Charpentier. — Visibilité de la tache aveugle..... 1634

M. Monoyer. — Timbre ou vocables des quinze voyelles de la langue française... 1637

MM. Lumière frères et Seyewetz. — Action du persulfate d'ammoniaque sur l'argent des prototypes et utilisation de cette action..... 1639

M. A. Londe. — Des causes de trouble apportées aux images radiographiques par l'emploi des écrans renforçateurs..... 1642

M. Georges Charpy. — Sur la constitution des alliages ternaires..... 1645

M. O. Boudouard. — Sur les terres yttriques contenues dans les sables monazités..... 1648

MM. Albert Lévy et H. Henriet. — L'acide carbonique de l'atmosphère..... 1651

M. Arnaud. — Sur une heptacétine cristallisée, dérivée de l'ouabaïne..... 1654

M. Ch. Moureu. — Sur quelques acétals de la pyrocatéchine..... 1656

M. Léo Vignon. — Nitration de la cellulose et de ses dérivés hydro et oxy..... 1658

M. Charles Lepierre. — Mucine nouvelle extraite d'un kyste ovarien..... 1661

M. Rémy Perrier. — Sur les Holothuries recueillies par le *Travailleur* et le *Talisman*..... 1664

M. Albert Soulier. — Sur les premiers stades embryogéniques de *Serpula infundibulum* et *Hydroïdes pectinata*..... 1666

MM. Félix Mesnil et Maurice Caullery. — Formes épitoques et polymorphisme évolutif chez une Annélide du groupe des Cirratuliens (*Dodecaceria concharum* OErst.)..... 1669

M. C. Sauvageau. — Sur la sexualité et les affinités des Sphacélariées..... 1672

M. J. Bergeron. — Allure des couches paléozoïques sur le versant méridional de la Montagne-Noire..... 1675

M. C.-Eg. Bertrand. — Caractéristiques du schiste bitumineux du Bois-d'Asson (Basses-Alpes)..... 1677

M. Bonnafy. — Sur les malades rapatriés par les navires affrétés du Commerce et les transports-hôpitaux de l'État..... 1680

Bulletin bibliographique..... 1682

Errata..... 1682

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars

1898

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 24 (13 Juin 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* et l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUIN 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *L'air liquide*. Note de M. **d'Arsonval** (1).

« Dans la séance du 23 mai, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un flacon d'air liquide, obtenu dans mon laboratoire au moyen d'une petite machine du professeur Linde.

» Avant de décrire sommairement cet intéressant appareil je rappellerai brièvement les phases de cette opération, aujourd'hui si simple : la liquéfaction de l'air atmosphérique.

» C'est dans la séance du 24 décembre 1877 que notre Confrère, M. Cailletet, annonça qu'il était arrivé à liquéfier la plupart des gaz

(1) Note communiquée à l'Académie le 6 juin 1898.

réputés permanents. Sa méthode, aussi neuve qu'originale, consistait à refroidir brusquement le gaz, par sa propre détente, après l'avoir comprimé à une pression plus ou moins élevée.

» Nous connaissons aujourd'hui la condition essentielle pour liquéfier un gaz quelconque : il suffit d'abaisser sa température au-dessous de la température critique qui lui est propre. Tant que cette condition n'est pas réalisée, aucune pression, si grande soit-elle, ne peut amener la liquéfaction.

» Pour liquéfier l'air il faut d'abord abaisser sa température à — 140°; cela fait, une pression inférieure à 40 atmosphères permet de l'obtenir à l'état liquide. Si l'on veut l'obtenir à une pression encore plus faible, à la pression atmosphérique, par exemple, de manière à l'avoir en vase ouvert, il faudra abaisser la température jusqu'à — 191°.

» Ces notions, qui nous paraissent aujourd'hui si simples, n'ont pu se faire jour que peu à peu et c'est grâce à elles que la liquéfaction de l'air atmosphérique a cessé d'être une curiosité de laboratoire pour devenir une opération industrielle entre les mains de M. Linde.

» Dans l'expérience de M. Cailletet, la masse gazeuse détendue étant très limitée, et la détente n'amenant qu'un refroidissement momentané, la liquéfaction ne persistait que quelques instants, juste le temps matériel de la constater. Ce refroidissement était seulement *dynamique*, c'est-à-dire essentiellement transitoire. Pour obtenir le gaz liquéfié d'une façon stable, à l'état *statique*, il fallait le refroidir au-dessous de la température critique. C'est également notre Confrère, M. Cailletet, qui indiqua le moyen d'obtenir ce refroidissement en plongeant le récipient contenant le gaz comprimé dans l'éthylène liquide, qui bout à —105°. Cet abaissement de température n'étant pas encore suffisant pour atteindre le point critique de l'oxygène —113°, M. Cailletet suggéra l'idée de descendre plus bas en évaporant l'éthylène liquéfié dans le vide comme Faraday l'avait fait pour le protoxyde d'azote.

» Cette expérience définitive, qui permit d'obtenir liquides à l'état *statique* l'oxygène, l'azote et l'oxyde de carbone, fut réalisée seulement en 1883 par MM. Wroblewski et Olszewski qui, en perfectionnant les appareils de M. Cailletet, atteignirent la température de — 139°, au moyen de l'éthylène liquide évaporé dans le vide. C'est en évaporant également dans le vide des corps de plus en plus volatils : acide carbonique, éthylène, oxygène, que les physiciens, et tout particulièrement M. Olszewski, ont pu nous faire connaître les propriétés des gaz liquéfiés.

» M. James Dewar, depuis l'année 1884, en suivant la même voie, et en perfectionnant les appareils, a obtenu des masses de gaz liquéfiés incomparablement plus grandes que ses devanciers, puisque, comme il le dit lui-même, il a pu recueillir l'oxygène liquide *par pintes* et réaliser ainsi les belles expériences que l'Académie connait.

» En somme, les appareils graduellement perfectionnés par MM. Cailletet, Olszewski et Dewar, se composent de trois machines à froid par évaporation, employant des liquides de plus en plus volatils : acide carbonique, éthylène, oxygène. On comprend sans peine, comme le fait remarquer M. Linde, que l'installation et l'exploitation de pareilles machines entraînent des frais et des difficultés qui s'opposent à leur emploi dans l'industrie.

» Pour arriver à obtenir ce refroidissement, qui est la condition nécessaire et suffisante pour liquéfier un gaz quelconque, M. Linde a repris le principe si fécond de la détente, imaginé par M. Cailletet, en rendant cette détente continue, si je peux m'exprimer ainsi, et en usant d'artifices des plus ingénieux.

» Cet appareil à liquéfier l'air a ceci d'extrêmement remarquable qu'il n'emploie aucun agent réfrigérant autre que l'air lui-même, et que tout le mécanisme se réduit à une pompe qui comprime cet air et à un serpentin où il se détend de façon continue par la manœuvre d'un simple robinet.

» Mais, pour arriver à ce résultat, M. Linde a dû révoquer en doute un axiome admis par tous les physiciens, à savoir qu'une machine à air froid dépourvue de cylindre de détente (où se produit un *travail extérieur*) ne pourrait pas produire de froid du tout. Cela est absolument exact pour un gaz *parfait*, comme le supposent les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, parce que, pour ce gaz parfait, les forces *intérieures* sont infiniment petites.

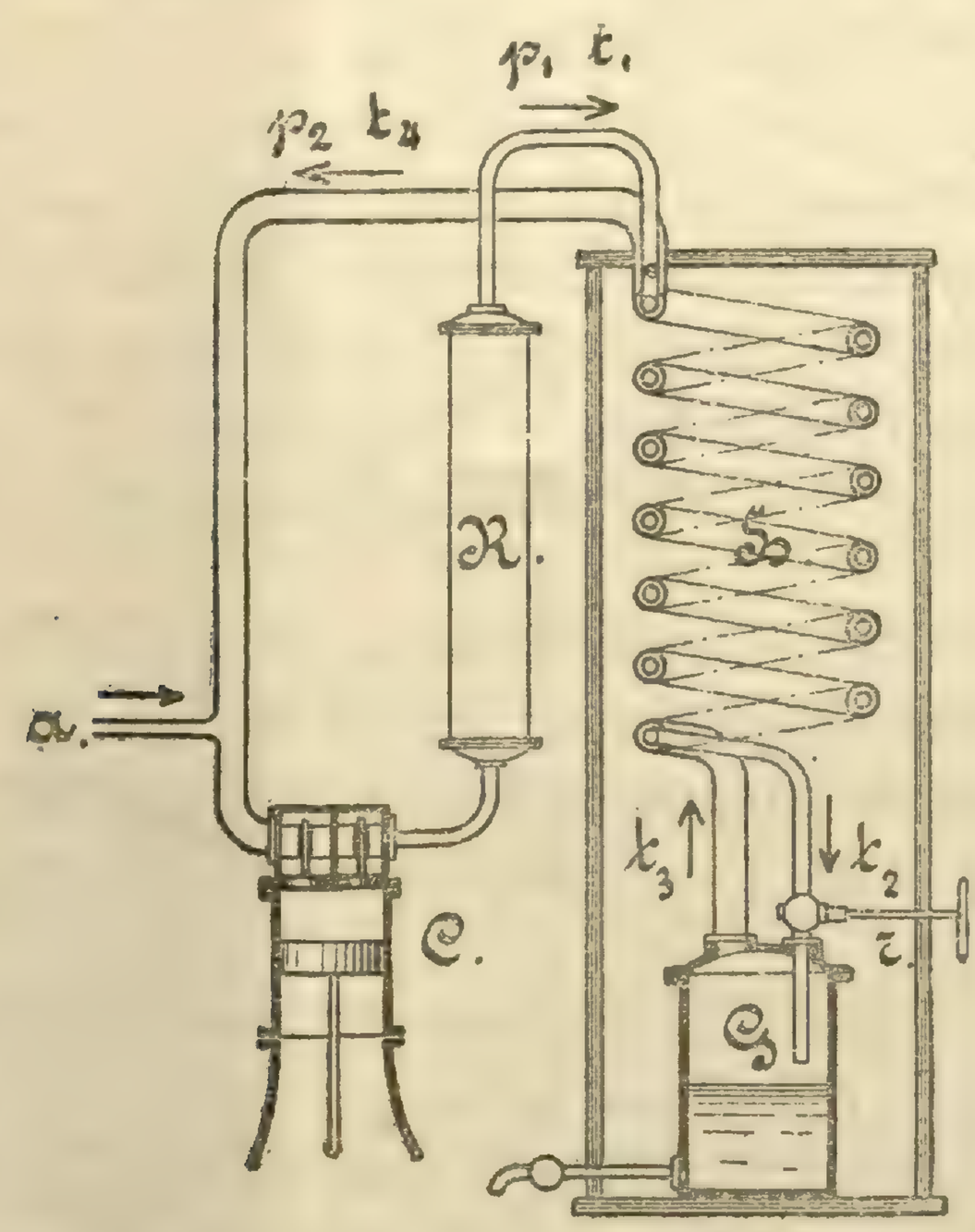
» M. Linde s'est heureusement souvenu que Thomson et Joule ont démontré depuis près de quarante ans que l'air atmosphérique n'est pas un gaz *parfait* et que, lorsqu'il s'écoule d'une pression élevée à une pression plus basse, il éprouve un refroidissement θ, *indépendant de l'énergie du jet*, qui est donné par la formule

$$\theta = 0,276(p_1 - p_2)\left(\frac{273}{T}\right)^2,$$

où $p_1 - p_2$ représente la différence de pression en atmosphères et T la température *absolue* du jet.

» C'est sur le froid résultant de cette détente continue qu'est basée la nouvelle machine. Ce refroidissement, comme on peut le voir, est d'abord

Schéma de l'appareil de Linde.



C, Compresseur d'air à 220 atmosphères.
R, Réfrigérant ramenant l'air comprimé à la température ambiante.
t_1, t_2, Serpentin intérieur parcouru de haut en bas par l'air comprimé à 220 atmosphères.
r, Robinet de tendeur.
G, Réservoir où l'air se détend de 220 atmosphères à 20 atmosphères et où une partie se liquéfie par la détente.
t_3, t_4, Serpentin extérieur que l'air détendu parcourt de bas en haut. Cet air revient au compresseur.
a, Tubulure apportant de l'air nouveau pour remplacer celui qui se liquéfie.

très faible ($\frac{1}{4}$ de degré par atmosphère), ce qui nécessiterait des différences de pression formidables (au moins 800 atmosphères) pour abaisser la température de l'air à — 200°. Inutile de dire que de pareilles pressions ne seraient pas pratiques. De plus, le travail de compression serait énorme. M. Linde a tourné ces deux difficultés très ingénieusement : 1° en *accumulant* les effets de la détente continue; 2° en ne laissant pas détendre l'air comprimé jusqu'à la pression atmosphérique.

» L'accumulation des effets est obtenue au moyen de deux tuyaux concentriques en cuivre entrant l'un dans l'autre et longs de 15^m. Le tuyau intérieur est parcouru par l'air venant d'une pompe qui le comprime à

220^{atm}. Arrivé au bout de ce tuyau, l'air se détend dans le second tuyau à 20^{atm} et le parcourt *en sens inverse* après s'être refroidi de 50° par la détente; mais, dans son trajet, il cède le froid produit à l'air qui arrive comprimé à 200^{atm}, de sorte qu'à l'extrémité du second tuyau l'air, détendu à 20^{atm}, retourne à la pompe de compression à la température ambiante après avoir cédé tout le froid produit par la détente à l'air qui arrive. Ces deux tuyaux sont roulés en serpentin pour tenir moins de place et isolés dans une caisse en bois bourrée de laine brute pour éviter les apports de chaleur extérieure. Par ce moyen la température, avant et après l'écoulement, s'abaisse graduellement jusqu'à ce que la température de liquéfaction soit atteinte et qu'une partie de l'air qui s'écoule se rassemble à l'état liquide dans le récipient adapté à l'extrémité de l'appareil.

» D'après la formule de Thomson et Joule le *refroidissement* dépend de la *différence* des pressions $p_1 - p_2$ tandis que le *travail* de compression dépend du *quotient* de ces mêmes pressions $\frac{p_1}{p_2}$. Il y a donc avantage à avoir $p_1 - p_2$ très grand et $\frac{p_1}{p_2}$ le plus petit possible. C'est le résultat atteint par M. Linde en faisant $p_1 = 220^{atm}$ et $p_2 = 20^{atm}$ et non 1; en effet, $p_1 - p_2 = 200$ tandis que $\frac{p_1}{p_2} = 11$ et non 200, comme cela arriverait si l'on détendait jusqu'à la pression atmosphérique.

» En somme, sans vouloir donner de description plus détaillée, la machine de M. Linde repose sur trois points principaux :

» 1° Refroidissement par *travail intérieur* de l'air se détendant et résultant de ce qu'il n'est pas un gaz parfait suivant les lois de Mariotte et de Gay-Lussac;

» 2° Accumulation du refroidissement par le principe du contre-courant réalisé d'une façon parfaite par l'échangeur de température, composé de deux serpentins concentriques où l'air circule en sens inverse;

» 3° Diminution du travail de compression en ne laissant pas l'air se détendre jusqu'à la pression atmosphérique.

» Tels sont les points extrêmement ingénieux qui caractérisent la machine de M. Linde et qui rendent industrielle la liquéfaction de l'air atmosphérique. La machine que j'ai au laboratoire produit environ 1^{lit} d'air liquide à l'heure en dépensant un peu moins de trois chevaux. C'est déjà un résultat remarquable, mais qui est dépassé de beaucoup par les machines industrielles du même inventeur donnant 60^{kg} d'air liquide à l'heure.

» On suit très facilement l'abaissement de température au moyen d'une soudure thermo-électrique (constantan-fer), reliée à un galvanomètre Deprez-d'Arsonval indiquant jusqu'à — 250°.

» Une fois liquéfié, il faut pouvoir recueillir et garder cet air à la pression atmosphérique. Pour cela, il faut des récipients aussi imperméables que possible à la chaleur. M. J. Dewar recommande pour cet usage des vases spéciaux où l'enveloppe isolante est constituée par le vide de Crookes.

» C'est Dulong et Petit qui, dans leurs remarquables recherches sur le refroidissement, ont les premiers montré qu'un corps placé dans une enceinte vide se refroidit (ou se réchauffe) de 20 à 25 fois plus lentement que dans l'air atmosphérique.

» Sans vouloir soulever aucune discussion de priorité, je crois devoir rappeler que, me basant sur les expériences de Dulong et Petit sur le pouvoir thermo-isolateur du vide, j'ai répandu depuis 1887, parmi les médecins français, des réservoirs en verre identiques *comme destination et comme forme* à ceux employés par M. Dewar.

» Voici en effet ce que je disais dans une Note publiée le 11 février 1888 dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie* (Masson, éditeur) :

» Dans bien des circonstances il importe de réaliser un milieu aussi imperméable que possible à la chaleur et qui soit néanmoins parfaitement transparent. Après bien des essais, dans le détail desquels je ne saurais entrer ici, j'ai trouvé que le vide sec, fait dans un vase en verre, constitue une excellente enveloppe pour arrêter la chaleur obscure. L'appareil se compose en principe de deux vases en verre entrant l'un dans l'autre et soudés de façon à former un vase unique. Cet ensemble constitue un récipient qui présente deux cavités concentriques : l'une intérieure, qui est le réservoir proprement dit; l'autre annulaire, où l'on fait le vide sec à l'aide de la pompe à mercure. La transparence des parois de ce récipient permet de voir tout ce qui se passe dans son intérieur. L'enveloppe annulaire, où le vide sec existe, constitue la paroi thermo-isolatrice. J'ai pu constater qu'un liquide chaud placé dans le vase intérieur se refroidit de quinze à vingt fois plus lentement que si l'enveloppe isolatrice n'existait pas. Cette protection est encore bien plus efficace si l'on place dans l'appareil un liquide très froid, tel, par exemple, qu'un gaz liquéfié (acide sulfureux, acide carbonique et éther, chlorure de méthyle, etc.)....

» .... Le résultat obtenu est déjà plus satisfaisant en plongeant le tube dans l'air sec, mais cette protection est bien moins efficace que le vide sec parce que, dans l'air desséché, le tube s'échauffe par convection, l'air de l'espace annulaire passant constamment d'une des parois à l'autre. Dans un récipient constitué comme je viens de le dire, on peut conserver les gaz liquéfiés pendant des heures à la température ambiante et les manier aussi facilement que l'eau ordinaire, la transparence absolue du récipient permettant de suivre tous les phénomènes qui se passent dans le liquide.

» J'ajouterai que, pour produire avec le chlorure de méthyle (ou d'autres gaz liquéfiés) des températures aussi basses qu'en évaporant ces liquides dans le vide, j'ai signalé depuis nombre d'années le procédé suivant qui dispense de tout mécanisme : Il suffit de verser le chlorure de méthyle dans un vase *poreux* de pile pour que la température du liquide se maintienne automatiquement dans ce vase aux environs de — 60°, bien que le chlorure de méthyle bouille seulement à — 23°. Ce procédé est plus simple que l'insufflation d'air ou l'évaporation dans le vide et m'a rendu de grands services.

» L'appareil de Linde met entre nos mains un instrument de recherche des plus précieux, aussi ai-je cru devoir le signaler à nos Confrères. Je montrerai dans une prochaine Communication quels services il peut rendre en particulier aux biologistes. »

MM. **H. Moissan** et **H. Deslandres** demandent l'ouverture d'un pli cacheté déposé par eux le 11 mai 1896 et dont le dépôt a été accepté. Ce pli, inscrit sous le n° 5213, est ouvert en séance par M. le Président; il contient la Note suivante :

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches spectrales sur l'air atmosphérique* (1). Note de MM. **H. Moissan** et **H. Deslandres**.

« Au cours de recherches entreprises en commun sur les gaz émis par le minéral cérite chauffé dans le vide, nous avons étudié avec soin par la méthode spectrale le résidu que donnent ces gaz, après explosion dans l'eudiomètre avec de l'oxygène, et absorption de l'oxygène en excès par l'acide pyrogallique.

» Le résidu (1cc à 2cc) était introduit dans un tube spectral vide relié à la trompe à mercure et à des tubes desséchants de potasse caustique et d'acide phosphorique anhydre.

» Or le spectre du résidu, examiné principalement dans le bleu et le violet, a montré les bandes caractéristiques de l'azote, relativement fortes, les raies de l'hélium, quelques raies de l'argon, et en plus les raies suivantes, qui n'ont pas encore été signalées dans un gaz connu :

(1) Ce travail a été fait avec l'aide de MM. Lebeau et Ferdinand Mittau.

Intensités comptées de 1 à 10, 10 étant la plus forte.	Longueurs d'onde.
7	415,17
3	414,37
4	411,00
4	410,80
2	410,05

» Dans cette expérience, le gaz de la cérite et l'oxygène interviennent également; mais le résidu obtenu avec l'oxygène seul a donné aussi les raies nouvelles plus ou moins fortes, lorsque l'oxygène a été préparé avec le chlorate de potasse, le permanganate de potasse et le bioxyde de manganèse naturel.

» Cependant, les bandes caractéristiques de l'azote étaient toujours présentes, et, comme l'azote provient en partie des manipulations sur la cuve à mercure, on a pensé que l'air atmosphérique pouvait jouer un rôle, et l'on a introduit dans le même tube spectral de l'air ordinaire, dont le spectre a été photographié à des pressions décroissantes. Or, les raies nouvelles apparaissent encore, mais seulement à une certaine pression, moindre que 1^{mm} et inférieure à la pression du maximum d'éclat des tubes d'azote. A cette même pression, on aperçoit aussi faiblement les raies caractéristiques de l'argon, et en particulier la raie λ 415,87.

» Les raies nouvelles ont paru plus fortes lorsqu'on a remplacé l'air par l'azote tiré de l'azotite d'ammoniaque, ou extrait de l'air par les procédés ordinaires de l'acide pyrogallique, du protochlorure de chrome et du cuivre porté au rouge.

» D'autre part, les raies ont disparu en même temps que les bandes de l'azote, lorsque l'on a absorbé l'azote par le lithium ou le magnésium.

» Cependant, ces raies nouvelles pouvaient, à la rigueur, être attribuées à des impuretés ou à des vapeurs émises par les matières de l'enceinte raréfiée (verre, électrodes métalliques, mercure, graisse, potasse, acide phosphorique); mais leur intensité relative n'augmente pas lorsque la pression diminue de plus en plus, comme c'est le cas pour les raies du mercure. D'ailleurs, elles ont été obtenues avec des tubes spectraux de cristal et de verre allemand, avec et sans électrodes métalliques; elles se sont montrées sans les bandes caractéristiques du cyanogène, qui sont un réactif très sensible de la présence simultanée du carbone et de l'azote; elles ont persisté lorsque l'on a introduit de l'oxygène qui fait disparaître toutes les raies du mercure. Enfin, elles ont manqué dans les gaz dissous par la

potasse et lorsque l'on a chauffé, dans le tube spectral vide, l'acide phosphorique, le phosphore rouge et le phosphore blanc.

» Aussi la conclusion est la suivante : ou bien ce sont des raies du gaz azote, spéciales aux basses pressions et non encore signalées; ou bien ces raies annoncent un gaz nouveau, contenu dans l'atmosphère, et voisin de l'azote par ses propriétés chimiques. L'apparition simultanée des raies de l'argon rend plus probable la seconde partie de l'alternative. »

M. **Henri Moissan** fait observer que les recherches dont il vient d'être question ont été interrompues par le départ de l'un des auteurs pour une mission scientifique au Japon. La découverte du krypton par notre savant Correspondant M. Ramsay et par M. Travers nous a engagé à publier ce résultat déjà ancien :

« Nous pensons pour différentes raisons que le gaz qui correspond aux raies que nous venons d'indiquer est différent du krypton. Nous croyons aussi devoir rappeler que les observations spectrales, faites en 1896, n'ont porté que sur la région du spectre qui peut être photographiée avec des plaques ordinaires, c'est-à-dire sur la région qui s'étend de λ4700 à λ3700.

» Ces résultats peuvent être de quelque utilité dans cette belle recherche des gaz de l'atmosphère, que l'élégante méthode de distillation fractionnée de l'air liquide de MM. Ramsay et Travers vient de faire entrer dans une voie nouvelle. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure directe d'une quantité d'électricité en unités électromagnétiques; application à la construction d'un compteur d'électricité.* Note de **M. R. Blondlot.**

« Une longue bobine creuse est assujettie de façon que son axe soit horizontal; dans la région centrale de cette bobine, une seconde bobine, formée de quelques tours de fil et ayant la forme d'un anneau est, suspendue de façon que son plan soit vertical et qu'elle puisse tourner librement autour de son diamètre vertical. Les deux bobines sont parcourues par le même courant; des godets à mercure servent à établir les communications entre la bobine mobile et la partie fixe du circuit.

» Le magnétisme terrestre étant préalablement compensé, la bobine

annulaire prend, sous l'action du courant, une position d'équilibre dans laquelle ses spires sont parallèles à celles de la bobine fixe.

» Si on l'écarte un peu de cet azimut d'équilibre, elle exécute des oscillations isochrones. Soient T la période de ces oscillations et i l'intensité du courant. La période T est inversement proportionnelle à la racine carrée du moment du couple exercé par la bobine fixe sur la bobine mobile pour un écart déterminé de cette dernière. Or, ce moment est proportionnel à i^2, et, par conséquent, T est en raison inverse de i; en d'autres termes, le produit iT est une quantité constante, dépendant seulement de la construction des deux bobines. Maintenant, le produit iT n'est autre chose que la quantité d'électricité qui traverse une section quelconque du fil pendant la durée d'une oscillation, et l'on a par suite la proposition suivante : *quelles que soient l'intensité du courant et la période de l'oscillation, la quantité d'électricité qui traverse une section du circuit pendant qu'une oscillation s'accomplit est toujours la même.*

» La valeur en unités absolues électromagnétiques de la constante iT se détermine aisément comme il suit. Soit n le nombre des tours de fil sur la bobine fixe par centimètre de longueur de cette bobine, soit S la surface totale limitée par les sphères de la bobine annulaire, soit K le moment d'inertie de l'équipage mobile. L'intensité du champ, sensiblement uniforme, qui occupe la région centrale de la bobine fixe, dont la longueur est très grande, est $4\pi ni$; d'autre part, la bobine annulaire parcourue par le courant i équivaut à un aimant de moment Si; par suite, le couple auquel est soumise la bobine annulaire, lorsqu'elle est infiniment peu écartée de sa position d'équilibre, est égal au produit de l'angle d'écart par $4\pi ni \times Si$. On a donc, d'après les lois connues du mouvement oscillatoire,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{K}{4\pi ni \times Si}}, \qquad \text{d'où l'on tire} \qquad iT = \sqrt{\frac{K\pi}{nS}};$$

nous désignerons cette constante de l'appareil par la lettre q.

» On voit que, à l'aide de l'appareil précédent, on peut déterminer en valeur absolue électromagnétique la quantité d'électricité débitée par un courant pendant un temps quelconque, sans que l'on ait à mesurer séparément, comme on le fait habituellement : le temps, d'une part, et l'intensité du courant, d'autre part. On pourrait, en particulier, appliquer cette méthode à la détermination directe des équivalents électrochimiques, et aussi à la mesure du nombre V.

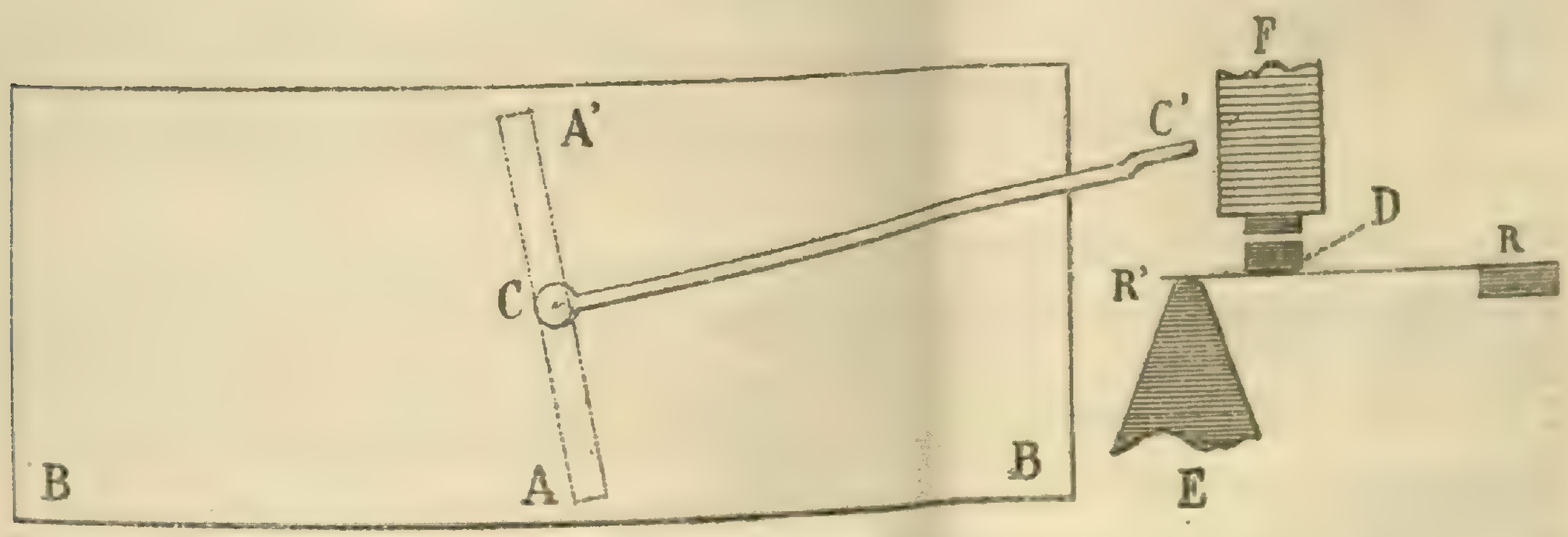
» Pour faire de l'appareil un compteur d'électricité applicable aux besoins de l'industrie, il suffit d'adjoindre aux deux bobines un dispositif destiné à entretenir et à compter automatiquement les oscillations : chacune d'elles accuse, en effet, le passage d'une quantité d'électricité égale à q, quelle qu'ait été l'intensité du courant au moment où elle s'est effectuée, et, par conséquent, pour obtenir la quantité totale d'électricité qui a traversé la section du circuit pendant un certain laps de temps, on n'a qu'à multiplier q par le nombre des oscillations effectuées pendant ce laps de temps. Ceci n'est, il est vrai, exact en toute rigueur que si les variations dans l'intensité du courant ont lieu exclusivement à des instants où la bobine annulaire passe par la position d'équilibre; toutefois, dans la pratique et, en particulier, dans l'application à l'éclairage électrique, l'erreur qui provient de ce que cette coïncidence n'a pas lieu, en général, est absolument négligeable.

» Voici la disposition que j'emploie pour entretenir et compter automatiquement les oscillations.

» Dans mon appareil, le mouvement oscillatoire de la bobine annulaire a lieu d'un côté seulement de son azimut d'équilibre.

» La figure ci-jointe représente les organes essentiels du compteur, vus par-dessus. Un bras horizontal CC′ est fixé à une tige verticale, solidaire

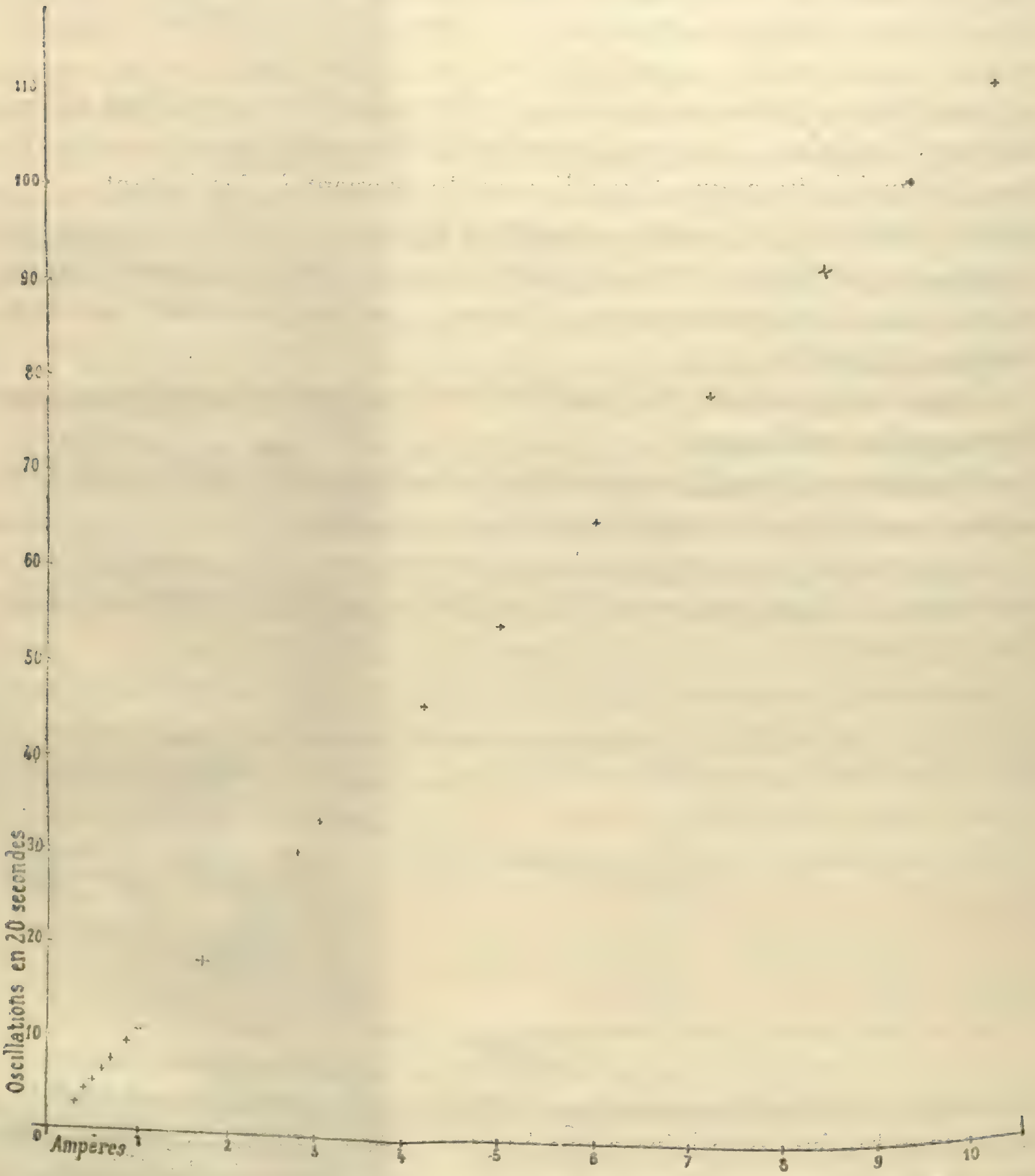
Fig. 1.



elle-même de la bobine annulaire AA′ dont elle forme l'axe de rotation. Lorsque la bobine annulaire a été écartée de son azimut d'équilibre, l'action électrodynamique l'y ramène; mais, au moment où elle l'atteint, le bras CC′ vient buter contre un ressort RR′, formé d'une lame métallique plane. L'une des extrémités, R, de ce ressort est fixée invariablement; l'autre extrémité R′ est maintenue appliquée contre un obstacle fixe E par l'armature D d'un électro-aimant F qui infléchit légèrement la lame, pen-

dant tout le temps que cet électro-aimant n'est pas en activité. Les choses sont disposées de façon que le bras CC′, en touchant le ressort RR′, ferme le circuit de l'électro-aimant : aussitôt, le ressort, rendu libre, donne au bras

Fig. 2.



une impulsion quasi instantanée qui l'écarte de nouveau, et ainsi de suite. Un cliquet mû par l'armature de l'électro-aimant fait, à chacune des demi-oscillations de la bobine, avancer d'une dent la première roue d'un compteur de tours.

» On voit que le mouvement oscillatoire de la bobine annulaire est indépendant de la résistance passive du compteur de tours, puisque c'est l'électro-aimant qui fait mouvoir ce dernier. La grandeur de l'impulsion donnée par le ressort à l'équipage mobile est sans influence sur la durée de l'oscillation, à condition que l'écart reste petit.

» Plusieurs modèles de cet appareil ont été exécutés au Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy; le type industriel a été établi par la maison E. Ducretet. Dans ce dernier, on a raccourci la bobine fixe, afin de diminuer la résistance; le calcul de la constante iT en partant des données qui définissent la construction de l'appareil est alors plus compliqué, mais on obtient aisément la valeur en coulombs de cette constante en faisant circuler dans le compteur un nombre connu d'ampères et déterminant la durée correspondante de l'oscillation.

» De nombreux essais ont montré que le produit iT, ou, ce qui revient au même, le rapport de l'intensité i au nombre d'oscillations effectuées dans un temps donné, est bien indépendant de i, jusqu'à la plus grande intensité que le fil des appareils actuels puisse supporter, c'est-à-dire environ 11 ampères. Dans le diagramme ci-joint (*fig.* 2), on a porté en abscisses les intensités du courant mesurées en ampères, et en ordonnées les nombres correspondants d'oscillations effectuées en vingt secondes; les intensités étaient mesurées, au-dessous d'un ampère, à l'aide d'une balance de Lord Kelvin et, au-dessus, à l'aide d'un ampèremètre optique très précis, étalonné à l'aide de la balance même. Les points du diagramme sont sensiblement sur une ligne droite passant par l'origine, comme la proportionnalité indiquée par la théorie l'exige; c'est seulement au-dessous de $0^{amp},5$ que le produit iT commence à devenir un peu trop fort, ce qui tient à ce que l'amplitude des oscillations est alors trop grande pour que l'isochronisme subsiste rigoureusement. L'inexactitude est toutefois minime, et absolument négligeable dans les applications.

» L'appareil obéit instantanément aux variations les plus brusques de l'intensité du courant; il s'applique aussi bien aux courants alternatifs qu'aux courants continus. Le démarrage a lieu sans exception, même pour des courants inférieurs à $0^{amp},1$, grâce à un dispositif dont la description ne peut trouver place ici (1). »

---

(1) Le principe et la description complète du compteur qui fait l'objet de la présente Note ont été donnés par moi à l'occasion de la prise d'un brevet, dès le 13 mars 1897. Toutefois, j'ai cru devoir attendre, pour en entretenir l'Académie, que le modèle industriel fût définitivement établi.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de sept membres qui sera chargée de présenter des candidats au prix *Leconte*. Les quatre membres du Bureau seront adjoints à cette Commission.

MM. Bouchard, Duclaux, Marey, Milne-Edwards, Darboux, Moissan et Mascart réunissent la majorité des suffrages.

En conséquence, la Commission se composera de MM. **Wolf, Van Tieghem, Bertrand, Berthelot, Bouchard, Duclaux, Marey, Milne-Edwards, Darboux, Moissan** et **Mascart**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats à présenter à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place devenue vacante au Bureau des Longitudes par suite de la nomination de M. le colonel *Bassot* à la place de géographe.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 45,

M. Lippmann obtient. . . . . 42 suffrages
M. Appell » . . . . . 3 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 39,

M. Appell obtient. . . . . 39 suffrages

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . **M. Lippmann,**
En seconde ligne . . . . . **M. Appell.**

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage en quatre Volumes de M. *Charles Méray*, ayant pour titre : « Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques ». (Présenté par M. Darboux.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes*. Note de M. Paul Painlevé, présentée par M. Picard.

« Considérons une équation du second ordre

$$y'' = R(y', y, x),$$

où R est rationnel en y', algébrique en y, analytique en x.

» Dans une Note antérieure, j'ai montré que les équations de cette forme à points critiques fixes forment *six* classes distinctes, et j'ai déterminé explicitement *toutes les équations des quatre dernières classes*. Je me propose de déterminer, dans cette Note, toutes les équations de la *première* classe, c'est-à-dire *toutes les équations, à points critiques fixes, de la forme*

$$(1) \quad y'' = y'[a(x)y + b(x)] + A(x)y^3 + B(x)y^2 + C(x)y + D(x).$$

» Quand l'équation (1) a ses points critiques fixes, *a priori* son intégrale peut présenter des pôles mobiles et des points essentiels mobiles (isolés ou non). J'établis d'abord (ce qui n'est nullement évident) que, *si les points critiques de* (1) *sont fixes, il existe sûrement des pôles mobiles*.

» Pour faire cette démonstration, j'observe d'abord que la transformation

$$(2) \qquad y = \lambda(x)Y + \mu(x), \qquad x = \varphi(X)$$

conserve la forme de l'équation (1).

» Je montre ensuite que si l'équation (1) a ses points critiques fixes, il en est de même *a fortiori* de l'équation

$$(1)' \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = a(x_0)y\frac{dy}{dx} + A(x_0)y^3,$$

où x_0 est une constante numérique quelconque. Cette dernière équation s'intègre aisément. Si elle a ses points critiques fixes, on voit sans peine qu'une transformation (2) convenable donne aux deux fonctions a, A une des expressions suivantes :

(I) $a(x) \equiv -3$, $A(x) \equiv -3$,

(II) $a(x) \equiv -2$, $A(x) \equiv 0$,

(III) $a(x) \equiv 0$, $A(x) \equiv 0$,

(IV) $a(x) \equiv -1$, $A(x) \equiv -1$,

(V) $a(x) \equiv 0$, $A(x) \equiv 2$.

» De plus, il est loisible de supposer $b \equiv 0$.

» Ces premières conditions remplies, je montre que l'équation (1) a sûrement des points critiques mobiles, *à moins qu'elle ne possède des pôles mobiles*, pôles qui, dans les cas (IV) et (V), doivent correspondre à *deux* développements distincts.

» Si l'on exprime qu'il en est ainsi (1), on trouve que, moyennant une transformation (2), les équations (1) considérées sont réductibles à une des formes

(I) $y'' = -3yy' - y^3 + C(x)y + D(x)$,

(II) $y'' = -2yy' + D(x)$,

(III) $y'' = 0$ ou $y'' = y^2 + \alpha x + \beta$, ($\alpha$, β const. numériques).

(IV) $y'' = -yy' + y^3 + 2C(x)y - 2C'(x)$, avec $C'' + \frac{C^2}{2} + \alpha x + \beta = 0$,

(V) $y'' = 2y^3 + (\alpha x + \beta)y + \gamma$, ($\alpha$, β, γ const. numériques),

» L'équation (II) s'intègre immédiatement; l'équation (I) se ramène à une équation linéaire en posant $y = \frac{z'}{z}$. Enfin, l'équation (IV) se ramène au type (III) $z'' = z^2 + \alpha x + \beta$ par le changement de variables

$$z = y' + y^2 - \frac{C}{2}, \qquad y = \frac{z' + C'}{z + C}.$$

» Nous n'avons donc plus à étudier que les types (III) et (V) qui sont

---

(1) M. Picard (*Acta mathematica*, 1893) a indiqué succinctement le moyen de former ces conditions. *Dans le cas où x ne figure pas dans* (1), M. Mittag-Leffler (*Acta mathematica*, 1894) les a formées explicitement et a montré que, si elles sont remplies, l'équation (1) s'intègre et a son intégrale méromorphe.

réductibles aux suivants :

$$y''=0,\quad y''=6y^2,\quad y''=6y^2+1,\quad y''=6y^2+x,$$
$$y''=2y^3,\quad y''=2y^3+1,\quad y''=2y^3+y+\gamma,\quad y''=2y^3+xy+\gamma.$$

» Les seuls types non intégrables sont les types

(E) $$y''=6y^2+x,$$

(E_1) $$y''=2y^3+xy+\gamma,\qquad (\gamma \text{ const. numérique}),$$

qu'on peut réunir dans le type unique

(e) $$y''=\alpha y^3+y^2+3\alpha xy+x,\quad (\alpha \text{ const. numérique}).$$

» *Ces dernières équations* (e) *ont-elles vraiment leurs points critiques fixes?* C'est là le point le plus délicat de la méthode. J'indiquerai seulement le principe du raisonnement pour l'équation (E).

» Si l'on pose $\frac{1}{z}=\frac{y'^2}{2}-2y^3-xy$, $u=\frac{z'+1}{z}$, les fonctions $z(x)$ et $u(x)$ vérifient le système différentiel

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{dz}{dx}=uz-1, \\ z^2\dfrac{du}{dx}=2-3uz+u^2z^2-\sqrt{4(1-uz)^3-2z^4}\,\big|z+x(uz-1)\big|, \end{cases}$$

dont les coefficients différentiels ont une branche holomorphe pour $x=x_0$, $z=0$, $u=u_0$. Soit $x=a$ une valeur de x où une intégrale $y(x)$ de (E) cesse d'être holomorphe. Si je montre que, dans le voisinage de $x=a$, il existe des valeurs x_0 de x pour lesquelles $z(x)$ est très petit, $u(x)$ et $u'(x)$ finis, il est clair que $z(x)$ sera holomorphe pour $x=a$, et, par suite, $y(x)$ méromorphe. J'effectue cette démonstration en introduisant la transformation $x=a+\rho X$, $y=\frac{Y}{\rho^2}$, et en étudiant, dans une première approximation, le système différentiel correspondant à $\rho=0$.

» *L'intégrale de l'équation* (E) *est donc méromorphe dans tout le plan.* J'établis de plus qu'elle est *irréductible*, c'est-à-dire qu'elle renferme l'une et l'autre *des deux* constantes d'une façon *transcendante*, de quelque façon qu'on les choisisse.

» Les mêmes résultats et méthodes s'appliquent à l'équation (E).

» *J'ai donc bien obtenu explicitement toutes les équations* (1) *à points critiques fixes*. Parmi ces équations, *les seules qui ne soient pas réductibles aux équations connues, sont réductibles algébriquement aux types* (E), (E_1) *ou* (*si*

l'on veut) *au type unique* (*e*). *L'intégrale des équations* (E), (E_1) *est une fonction* MÉROMORPHE *dans tout le plan, irréductible aux transcendantes uniformes engendrées par les équations linéaires, les fonctions abéliennes, etc. et par leurs combinaisons.*

» Si l'on pose pour (E)

$$z = \frac{y'^2}{2} - 2y^3 - xy \qquad \text{et} \qquad z = \frac{u'}{u},$$

pour (E_1)

$$z = y'^2 - y^4 - xy^2 - 2\gamma y \qquad \text{et} \qquad z = \frac{u'}{u},$$

la fonction $u(x)$ *est une fonction* ENTIÈRE *qui vérifie une équation très simple du troisième ordre,* et l'on a pour (E), $y = (\log u)''$, et pour E_1, $-y^2 = (\log u)''$.

» Il ne me reste plus qu'à indiquer les équations à points critiques fixes de la deuxième classe. C'est ce que je ferai très prochainement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de l'intégration au point de vue des variables réelles.* Note de M. **R. Baire**, présentée par M. E. Picard.

« I. Lorsqu'on se sert de la théorie du changement de variables dans une question d'Analyse, on suppose implicitement la continuité des dérivées qu'on emploie. Pour prendre un exemple très simple, soit une fonction $f(x, y)$; faisons le changement de variables

$$x = X + Y,$$
$$y = X - Y;$$

les formules connues

$$\frac{\partial f}{\partial X} = \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y},$$
$$\frac{\partial f}{\partial Y} = \frac{\partial f}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial y}$$

ne sont valables que si l'on suppose $\frac{\partial f}{\partial x}$ et $\frac{\partial f}{\partial y}$ continues. Si l'on suppose seulement l'existence de ces dérivées en chaque point, il peut arriver que les formules ne s'appliquent pas; c'est ce qui a lieu, par exemple, à l'origine, pour la fonction qui est égale à zéro au point $x = 0$, $y = 0$, et à $\frac{xy}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ aux autres points.

» II. Cette remarque étant faite, considérons une équation aux dérivées

partielles, et posons le problème de l'intégration de la manière suivante : *Rechercher toutes les fonctions de variables réelles, assujetties seulement aux conditions strictement indispensables pour que les éléments qui entrent dans l'équation aient un sens déterminé et vérifient cette équation.*

» En prenant comme exemple l'équation très simple

$$\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} = 0,$$

il faudra déterminer toutes les fonctions de x et y, qui, en chaque point, sont continues par rapport à chacune des variables et possèdent des dérivées $\frac{\partial f}{\partial x}$ et $\frac{\partial f}{\partial y}$ satisfaisant à la relation donnée.

» Le problème étant ainsi posé, le raisonnement qui consiste à prendre comme nouvelle variable $X = x - y$ et à constater que la fonction ne dépend que de X est insuffisant, puisqu'il suppose la continuité des dérivées.

» III. Pour essayer de traiter la question avec le minimum d'hypothèses possible, il convient tout d'abord de faire une étude des conséquences qu'entraîne, pour une fonction de deux variables, l'hypothèse de l'existence de dérivées partielles en chaque point. Je me propose d'indiquer ici les résultats que j'ai obtenus dans cet ordre d'idées.

» *Si, en tout point, la fonction possède des dérivées* $\frac{\partial f}{\partial x}$ *et* $\frac{\partial f}{\partial y}$, *il y a, dans toute aire, des points en chacun desquels ces dérivées sont continues par rapport à l'ensemble* (x, y); *soit* $A[x_0, y_0]$ *un de ces points, que nous appellerons points réguliers; à tout nombre positif* ε *on peut faire correspondre un cercle de centre* A, *tel que,* M_1 *et* M_2 *étant deux points quelconques pris dans ce cercle, on a*

$$\left| \frac{f(M_2) - f(M_1)}{\text{longueur } M_1 M_2} - \left[\frac{\partial f}{\partial x}(x_0, y_0)\cos\alpha + \frac{\partial f}{\partial y}(x_0, y_0)\sin\alpha \right] \right| < \varepsilon,$$

α étant l'angle de la direction $M_1 M_2$ avec Ox.

» Plus généralement, prenons, dans le plan, un ensemble parfait E (qui pourra être, soit une aire, soit une courbe, soit un ensemble non dense par rapport à toute courbe continue).

» *Au voisinage de tout point de* E *existent des points de* E *que j'appellerai réguliers par rapport à* E; *si* $A[x_0, y_0]$ *est un de ces points, l'inégalité précédente a lieu dans un cercle de rayon suffisamment petit, si l'on prend pour* M_1 *et* M_2 *deux points de l'ensemble* E.

» On peut exprimer ces résultats de la manière suivante : *Si l'on a un*

ensemble parfait E, *d'ailleurs quelconque, il y a toujours dans cet ensemble des points dans le domaine desquels la théorie du changement de variables peut s'appliquer, pourvu qu'on ne considère que les points de l'ensemble* E.

» IV. Assujettissons maintenant notre fonction à vérifier l'équation $\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} = 0$, et considérons les valeurs qu'elle prend sur la droite $x - y = \text{const}$. On a ainsi une fonction d'une variable $\varphi(t)$; en interprétant les résultats du paragraphe précédent, on reconnaît que cette fonction a les propriétés suivantes :

» E *étant un ensemble parfait de points* (qui peut être le continu, ou un ensemble non dense), *il y a, au voisinage de tout point de* E, *des points de* E, *qu'on peut appeler stationnaires par rapport à* E : *si* $A[t_0]$ *est un de ces points, à tout nombre positif* ε *correspond un nombre* α, *tel que* M_1 *et* M_2 *étant deux points de* E *pris dans l'intervalle* $(t_0 - \alpha, t_0 + \alpha)$, *on a*

$$\left| \frac{f(M_2) - f(M_1)}{\overline{M_1 M_2}} \right| < \varepsilon.$$

» Par analogie avec la notion de fonction *ponctuellement discontinue*, je dirai que la fonction $\varphi(t)$ est *ponctuellement variable, relativement à tout ensemble parfait.*

» J'énonce le théorème suivant :

» *Une fonction d'une variable, qui est continue, et qui est ponctuellement variable relativement à tout ensemble parfait, est constante.*

» Ce qui me semble donner de l'intérêt à ce théorème, c'est qu'il existe des fonctions continues, non constantes, et telles que dans tout intervalle il en existe un autre où elles sont constantes; autrement dit, une fonction peut être *continue*, et être *ponctuellement variable relativement au continu*, sans être constante.

» Le théorème qui précède permet d'intégrer l'équation aux dérivées partielles, dans le cas où l'on suppose, outre les conditions indispensables, la continuité de la fonction par rapport à l'ensemble (xy); *on voit, en effet, que la fonction doit être alors constante sur chaque droite* $x - y = \text{const}$.

» V. Ce que nous venons de dire relativement à l'équation $\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} = 0$ peut s'étendre à toute équation de la forme

$$X(x, y)\frac{\partial f}{\partial x} + Y(x, y)\frac{\partial f}{\partial y} = 0$$

dans toute aire où, en chaque point, passe une courbe caractéristique déterminée.

» Si la fonction doit être continue par rapport à l'ensemble (xy), elle doit être constante sur les caractéristiques, *la chose étant démontrée indépendamment de toute hypothèse sur les dérivées autre que celle de leur existence.* »

PHYSIQUE. — *Sur le mélange des gaz.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« Dalton a énoncé la loi suivante :

» I. *La pression d'un mélange de gaz est égale à la somme des pressions que prendrait chacun d'eux s'il occupait seul le volume total.*

» Mais les physiciens qui ont étudié avec précision les propriétés des gaz ont reconnu qu'un gaz ne peut pas être regardé comme possédant dans un mélange la même tension que dans le vide.

« Dans l'air atmosphérique, dit M. Amagat (*Annales de Chimie et de* » *Physique*, 5e série, t. XIX, p. 384; 1880), l'oxygène et l'azote semblent se » comprimer séparément comme s'ils étaient seuls, non pas à la pression » qu'ils ont dans le mélange, mais à celle du mélange même. »

» Dans le même ordre d'idées, M. Sarrau (*Introduction à la Théorie des explosifs*, p. 25; 1893) substitue l'énoncé suivant à celui de Dalton :

» II. « *Le volume spécifique* (volume de l'unité de poids sous la pression » atmosphérique normale) *d'un mélange de gaz est égal à la moyenne com-* » *posée des volumes spécifiques des gaz mélangés.* »

» M. Leduc, qui a été amené par ses études sur les gaz à des énoncés analogues, a fait sur la question, en collaboration avec M. Sacerdote, deux séries d'expériences (*Comptes rendus*, 17 et 24 janvier 1898) : la première sur les densités, la seconde sur les pressions des mélanges. Ces deux séries indépendantes conduisent aux mêmes conclusions : l'énoncé I est toujours en défaut; l'énoncé II se vérifie exactement pour le mélange des gaz anciennement dits *permanents*, et approximativement pour le mélange des gaz à peu près également compressibles (Az^2O et CO^2 par exemple), mais ne se vérifie plus pour deux gaz quelconques (CO^2 et SO^2).

» L'énoncé II n'est donc pas général. Je me propose de montrer que le problème peut être résolu par l'application des principes qui m'ont déjà servi à la détermination exacte des poids moléculaires des gaz.

» Soient deux gaz G et G′ dont on a mesuré les volumes et les pressions. Pour trouver la pression du mélange quand on met les deux récipients en communication, on peut raisonner de la manière suivante : On suppose les deux gaz placés dans des

récipients fermés par des pistons mobiles; on soulève ces pistons jusqu'à ce que la pression des gaz dans les récipients soit devenue infiniment faible. A ce moment on les met en communication. Les gaz étant arrivés à l'état de gaz parfaits, la pression du mélange se calcule indifféremment par l'énoncé I ou l'énoncé II. La diffusion étant effectuée, on ramène les pistons à leur position primitive.

» Les variations de pression des gaz G et G′ pendant la phase de détente se calculent par la formule de Van der Waals :

$$\left(p+\frac{\alpha}{v^2}\right)(v-\beta)=\mathrm{RT}, \tag{1}$$

$$\left(p+\frac{\alpha'}{v^2}\right)(v-\beta')=\mathrm{RT}, \tag{2}$$

v représentant le volume d'une molécule de gaz sous une pression de p atmosphères et à la température absolue T; α, α' les attractions spécifiques moléculaires; β, β' les covolumes des gaz G et G′; R une constante qui a la valeur commune $\frac{1}{273,22}$ pour les divers gaz, si l'on prend pour unité de volume le volume occupé par une molécule d'un gaz parfait à 0° et sous la pression atmosphérique normale.

» Les variations de pression du mélange pendant la compression se calculent par la formule analogue

$$\left(p+\frac{\mathrm{A}}{v^2}\right)(v-\mathrm{B})=\mathrm{R_1T}. \tag{3}$$

» Reste à savoir comment, étant donné qu'un volume du mélange, mesuré à 0° et sous la pression atmosphérique normale, contient p molécules de G et q molécules de G′, on peut calculer les coefficients A, B, $\mathrm{R_1}$ du mélange en fonction des coefficients α, α', β, β', R des gaz séparés. Reportons-nous à la signification physique de ces coefficients.

» Le covolume représente un multiple du volume des molécules du gaz. Le covolume d'un mélange est donc égal à la moyenne composée des covolumes des constituants

$$\mathrm{B}=\frac{p\beta+q\beta'}{p+q}. \tag{4}$$

» Calculons maintenant A. L'attraction réciproque de deux molécules identiques du gaz G est proportionnelle à α; celle de deux molécules de G′ à α'; par raison de symétrie nous admettrons que l'attraction d'une molécule de G sur une molécule de G′ est proportionnelle à $\sqrt{\alpha\alpha'}$. Ceci posé, on trouve sans difficulté

$$\mathrm{A}=\frac{p^2\alpha+2pq\sqrt{\alpha\alpha'}+q^2\alpha'}{(p+q)^2}. \tag{5}$$

» Enfin, si $\mathrm{T}=0°$ C. ou $273°,22$ absolus

$$\mathrm{R_1T}=p+q. \tag{6}$$

» Ces formules résolvent complètement la question. Je vais les appliquer à quelques cas particuliers. Toutes les expériences sont supposées faites à 0° C.

» Le Tableau suivant donne les constantes α, α' de la formule de Van der Waals, calculées comme je l'ai indiqué dans mes Communications antérieures, pour représenter les expériences au voisinage de la pression atmosphérique, et les volumes v_m occupés par une molécule de chaque gaz à 0° et 1 atmosphère, le volume occupé par une molécule de gaz parfait étant égal à 1 :

	H.	Az.	O.	CO^2.	Az^2O.	SO^2.
α	0,00075	0,00105	0,00159	0,00913	0,01024	0,02840
β	0,00121	0,00067	0,00083	0,00243	0,00268	0,00535
v_m	1,00046	0,99962	0,99924	0,99326	0,99239	0,97642

» 1° Mélange de deux gaz identiques. — Mettons en communication deux ballons égaux remplis d'un même gaz sous la pression atmosphérique. Il ne peut évidemment y avoir changement de pression. Les formules données plus haut conduisent, en effet, à une variation de pression identiquement nulle. L'énoncé de Dalton exigerait une augmentation de pression de $0^{atm},0034$ avec deux ballons remplis de CO^2, de $0^{atm},0120$ avec deux ballons remplis de SO^2.

» 2° Mélange de deux gaz permanents. — A. *Mélange atmosphérique.* — Soient deux ballons, l'un de 79^{lit} rempli d'azote, l'autre de 21^{lit} rempli d'oxygène sous la pression atmosphérique. Mettons-les en communication. Le calcul montre que l'augmentation de pression est $0^{atm},00001$. Elle est donc inférieure aux erreurs de mesure et l'on peut faire usage de l'énoncé II pour déduire des densités de l'oxygène et de l'azote atmosphérique la proportion de ces deux gaz dans l'air. C'est ce que confirme l'expérience.

» B. *Mélange tonnant.* — Dans le cas où l'hydrogène est un des gaz mélangés, comme il s'écarte de la loi de Mariotte, en sens inverse des autres gaz, le calcul indique une augmentation de pression du même ordre, mais plus forte. Recueillons, sous la pression atmosphérique, dans deux voltamètres, les gaz provenant de l'électrolyse de l'eau, puis mélangeons-les; l'augmentation de pression sera $0^{atm},00004$: quantité à peine supérieure aux erreurs d'expérience.

» 3° Mélange de deux gaz de compressibilité voisine. — Mettons en communication deux ballons de 1^{lit} remplis l'un de CO^2, l'autre de Az^2O sous la pression atmosphérique; le calcul montre que l'augmentation de pression sera $0^{atm},00013$.

» M. Sacerdote a trouvé expérimentalement $0^{atm},00011$; la concordance est très satisfaisante. L'énoncé de Dalton exigerait une augmentation de $0^{atm},00361$, c'est-à-dire environ trente fois aussi grande.

» 4° Mélange de deux gaz quelconques. — Voici le détail du calcul dans ce cas :

» Prenons deux ballons égaux, remplis, l'un de CO^2, l'autre de SO^2, sous la pression atmosphérique. D'après le Tableau précédent, 1 molécule de CO^2 occupe, sous la pression atmosphérique, $0^{vol},99326$; et par suite, le premier ballon, dont nous pouvons supposer le volume égal à 1, contient $1^{mol},00679$ de CO^2. Le second ballon contient $1^{mol},02415$ de SO^2. Sous une pression infiniment faible, les volumes moléculaires des divers gaz deviennent égaux; la masse de CO^2, soumise à l'expérience, prendra donc un volume proportionnel à 1,00679 et la masse de SO^2, un volume proportionnel à 1,02415. Faisant usage des équations (3), (4), (5), (6), nous obtenons l'équation de compressibilité suivante, pour la masse du mélange qui, ramenée à la

pression atmosphérique, occupe 1 vol :

$$\left(p+\frac{0,017518}{v^2}\right)(v-0,003901)=1,01547.$$

D'où l'on tire, pour $v=1$, $p=1^{atm},0019$.

» L'augmentation de pression est donc, dans ce cas, de $0^{atm},0019$. M. Sacerdote a trouvé par expérience $0^{atm},0018$. La concordance est fort bonne.

» L'énoncé I conduirait à une augmentation de pression de $0^{atm},0077$, c'est-à-dire quatre fois aussi forte; l'énoncé II, à une augmentation de pression nulle.

» La théorie développée plus haut est donc la seule qui soit dans tous les cas en accord avec l'expérience. »

OPTIQUE. — *Sur l'étude des radiations du mercure et la mesure de leurs longueurs d'onde.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **A. Perot**, présentée par M. A. Cornu.

« La méthode que nous avons précédemment décrite pour la détermination des numéros d'ordre des franges d'ordre élevé exige la connaissance exacte des rapports des longueurs d'onde des radiations employées. Ces radiations sont, outre deux radiations du cadmium, celles qui correspondent à la raie verte et aux deux raies jaunes du mercure. Nous avons dû en faire une étude préalable et en mesurer les longueurs d'onde par comparaison avec celles des raies du cadmium.

» 1° *Étude par le spectroscope interférentiel* (1) *des radiations du mercure.* — Nous avons déjà indiqué les résultats de cette étude pour la radiation verte. Les deux raies jaunes étant assez voisines dans le spectre (leur distance n'atteint pas quatre fois celle des raies D_1 et D_2), il a fallu, pour les séparer, employer un système dispersif plus puissant que celui qui nous avait servi dans nos recherches précédentes. Au moyen de deux prismes à sulfure de carbone de 60° on produit un spectre de la lumière émise par le tube. Une fente laisse passer seulement celle des deux radiations jaunes que l'on veut étudier.

» La moins réfrangible des deux raies jaunes est composée d'une radiation principale et d'une plus faible, de longueur d'onde un peu plus

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 34, 331, 407.

petite; la différence des longueurs d'onde est en valeur relative :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = -22,5.10^{-6}.$$

» La plus réfrangible des raies jaunes est également double, mais la composante la plus faible est la moins réfrangible; la distance des composantes est à peu près trois fois plus petite que pour l'autre raie :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 8,3.10^{-6}.$$

» Les composantes de ces deux raies jaunes sont d'ailleurs très fines, quand le tube n'est pas trop chaud.

» L'existence de ces radiations secondaires complique un peu les phénomènes dans lesquels les deux raies jaunes interviennent à la fois, comme c'est le cas dans nos déterminations de numéros d'ordre. Toutefois si, dans le système de franges, les composantes principales des deux raies sont en *coïncidence*, leur éclat surpasse de beaucoup celui des composantes secondaires, et, quoique ces dernières soient parfois bien visibles, le phénomène conserve une grande netteté. Au contraire, lorsqu'il y a *discordance* des radiations principales, les raies secondaires qui peuvent être superposées prennent une importance relative plus grande et peuvent compliquer le phénomène. Aussi utilisons-nous toujours, dans les déterminations des numéros d'ordre ou des longueurs d'onde, les deux raies jaunes, lorsque les franges qu'elles donnent sont en *coïncidence*. Les longueurs d'onde que nous allons déterminer se rapportent, pour chaque raie, à la *composante principale*.

» 2° *Mesure des longueurs d'onde.* — Les mesures se font par des observations identiques à celles qui nous servent à déterminer les numéros d'ordre; le calcul seul diffère un peu, parce que les longueurs d'onde des radiations du mercure sont à déterminer.

» Les anciennes mesures, faites au moyen de réseaux, donnent de ces longueurs d'onde une première valeur approchée. Ces valeurs permettent de calculer les périodes des coïncidences des radiations à étudier, soit entre elles, soit avec les raies du cadmium. On pourra, par suite, calculer des Tables des coïncidences de ces diverses radiations, et ces Tables ne présenteront que des erreurs minimes, tant que le numéro d'ordre des franges n'atteindra qu'une valeur médiocre (quelques milliers, par exemple); d'autre part, les coïncidences des raies du cadmium entre elles peuvent

être exactement calculées, grâce aux mesures de M. Michelson. Plaçant les deux lames de l'appareil interférentiel à une distance de 1^{mm}, par exemple, on fera les observations des coïncidences comme s'il s'agissait simplement de déterminer un numéro d'ordre.

» En comparant les observations avec les tables approchées de coïncidences, on trouvera qu'une certaine hypothèse, et une seule, sur les numéros des franges observées, permet de faire concorder à peu de chose près, les phénomènes observés avec les phénomènes calculés. Si plusieurs hypothèses sont admissibles, c'est que l'on a commencé par une épaisseur trop grande, et il faudra recommencer l'observation sur des franges d'ordre moins élevé. Dans le cas où une seule hypothèse est admissible, le petit écart existant entre l'observation et le calcul indique que les valeurs primitivement admises pour les longueurs d'onde ne sont pas tout à fait exactes, et permet de corriger ces valeurs. On en déduira des valeurs plus rigoureuse des périodes, et par suite des Tables de coïncidence plus exactes, au moyen desquelles on pourra refaire les mêmes opérations en opérant sur des franges d'ordre plus élevé, double par exemple. Cette nouvelle observation permettra de corriger à nouveau les longueurs d'onde et, en continuant ainsi, on obtiendra des valeurs de plus en plus précises. Nous avons augmenté l'intervalle entre les deux lames jusqu'à 32^{mm}. Les valeurs obtenues paraissent exactes à 2.10^{-7} en valeur relative.

» Dans les chiffres suivants il peut y avoir une erreur d'au plus une unité sur l'avant-dernier (7^{e}) chiffre. Les nombres suivants ont été calculés en admettant pour la raie verte du cadmium le nombre de M. Michelson; ils se rapportent donc, comme ce dernier, à 15° sous la pression de 760^{mm}

1re raie jaune.....	$\lambda = 0^{\mu},57906593$
2e »	$\lambda = 0,57695984$
Raie verte.....	$\lambda = 0,54607427$

» Les mêmes procédés seraient applicables à la mesure de la longueur d'onde d'une radiation quelconque, mais les tâtonnements seront un peu simplifiés, parce que par la méthode que nous avons décrite, et grâce aux résultats que nous venons d'indiquer, on peut déterminer sans ambiguïté le numéro d'ordre d'une frange. Il suffira dès lors d'observer les coïncidences de la radiation étudiée avec l'une des radiations connues. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance électrique des aciers*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. A. Carnot.

« Les recherches sur la résistance électrique des aciers ont, jusqu'ici, principalement porté sur les aciers extra-doux servant à la fabrication des fils télégraphiques. Elles ont mis en évidence ce fait que les variations de résistance d'un métal à un autre dépendaient à peu près exclusivement de leur teneur relative en manganèse.

» J'ai pensé qu'il serait intéressant d'étudier d'une façon plus systématique l'influence des divers corps qui peuvent se rencontrer dans les aciers et, en particulier, celle du carbone. J'ai utilisé, dans ce but, les échantillons qui ont servi à M^me^ Slodowska Curie pour ses recherches sur les propriétés magnétiques des aciers (1).

» Les échantillons d'acier avaient la forme de barreaux carrés de 1^cm^ de côté et 20^cm^ de long. Ils ont été recuits pendant plusieurs heures aux environs de 600°. Leur composition chimique a été déterminée, au laboratoire de l'École des Mines, par MM. Moutonet et Goutal. Dans les Tableaux suivants, les nombres expriment des résistances spécifiques (microhm-centimètre cube).

Influence du carbone.

Résistance.	Composition. C.	Mn.	Si.
10	0,06	0,13	0,05
12,5	0,20	0,15	0,08
14	0,49	0,24	0,05
16	0,84	0,24	0,13
18	1,21	0,21	0,11
18,4	1,40	0,14	0,09
19	1,61	0,13	0,08

» La résistance électrique croît donc bien nettement avec la teneur en carbone; son accroissement est en moyenne de 7 microhms par 1 pour 100 de carbone en poids, ou de 1,5 microhm par 1 pour 100 d'atome de carbone sur 100 atomes de fer et carbone.

» Les aciers recuits sont constitués par des lamelles enchevêtrées de *ferrite* (fer pur) et *cémentite* (carbure de fer, Fe^3C). Par extrapolation des

(1) *Société d'encouragement*, t. III, p. 36; janvier 1898.

résultats précédents, on trouverait pour la résistance de ces deux constituants envisagés isolément

Ferrite	9,5
Cémentite	45

Influence du silicium.

Résistance.	Composition. C.	Si.
12,5	0,2	0,1
38,5	0,2	2,6
15,8	0,8	0,1
26,5	0,8	0,7
33,5	0,8	1,3
17,8	1,0	0,1
25,5	1,0	0,6
32,0	1,0	1,1

Ces nombres conduisent en moyenne à une augmentation de 14 microhms par 1 pour 100 de silicium en poids, ou 7 microhms pour 1 atome de silicium sur 100 atomes d'alliage, c'est-à-dire à un accroissement de résistance beaucoup plus grand que pour le carbone. On est amené, par analogie avec ce qui se passe pour un grand nombre d'alliages, à admettre que dans les aciers le silicium n'est pas isolé à l'état de siliciure défini $FeSi^2$, mais se trouve à l'état de mélange homogène, dissolution solide ou mélange isomorphe, comme l'est le carbone de trempe.

» *Influence du manganèse*. — Le manganèse, comme on le sait, augmente considérablement la résistance des aciers. Ce métal, isomorphe avec le fer, forme avec lui des mélanges homogènes en toute proportion. Mais ces mélanges peuvent exister sous deux états allotropiques inégalement magnétiques qui possèdent également des résistances électriques notablement différentes, comme je l'ai déjà montré pour l'acier-manganèse de M. Hadfield à 13 pour 100 de Mn (1).

Résistance.	Composition. C.	Mn.	Si.
17,8	0,9	0,24	0,1
22	0,9	0,95	0,1
24,5	1,2	0,83	0,2
40	1,2	1,8	0,9
66 magn.	1	13	0,3
80 non magn.			

(1) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 272; 1894.

Ces nombres conduisent à un accroissement de résistance généralement voisin de 5 microhms par 1 pour 100 en poids ou en atomes de manganèse. Pour l'acier-manganèse magnétique, obtenu en recuisant deux heures à 550° l'acier non magnétique, cet accroissement de résistance n'est plus que de 3,5 microhms.

» *Influence du nickel.* — Le nickel, qui se mêle isomorphiquement avec le fer, augmente notablement sa résistance électrique; mais ces aciers, ainsi que l'ai montré antérieurement (1), présentent comme l'acier-manganèse deux variétés inégalement magnétiques et en même temps inégalement résistantes. L'accroissement de résistance, rapportée par le calcul à 1 pour 100 de nickel, est extrêmement variable avec la proportion de nickel, avec celle de carbone et avec l'état allotropique de l'alliage. Pour des quantités totales de nickel inférieures à 5 pour 100, cet accroissement a varié de 3 à 7 microhms.

» *Influence du chrome, du tungstène et du molybdène.* — L'influence de ces corps sur l'accroissement de résistance des aciers est très faible. Elle ne peut être mesurée d'une façon exacte pour les teneurs inférieures à 3 pour 100, que j'ai seules étudiées. La présence constante du silicium et du manganèse amène déjà, avec les teneurs habituelles inférieures à 0,5 pour 100, des accroissements de résistance égaux et même supérieurs à ceux qui peuvent résulter de la présence de quantités dix fois plus considérables des trois métaux en question. Le peu d'influence des trois métaux : chrome, tungstène et molybdène sur la résistance électrique des aciers, conduit à penser qu'ils sont isolés au milieu du métal à l'état de combinaison définie.

» Cette manière de voir est conforme aux résultats obtenus antérieurement par M. Carnot dans l'étude chimique d'aciers de même nature. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Vision entoptique et sensibilité dans la tache jaune* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« L'œil placé devant un champ lumineux uniforme ne perçoit aucune différence d'éclairement, bien que la rétine ne soit pas également éclairée partout et qu'elle présente dans ses diverses parties de notables différences de sensibilité. On sait que la lacune de Mariotte n'est pas distinguée dans

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 283; 1889, et t. CXI, p. 445; 1890.

les conditions ordinaires, elle donne la même sensation de clarté que les parties voisines. L'ombre des vaisseaux rétiniens n'est pas perçue davantage. La tache jaune (*macula*), moins sensible que le reste de la rétine, devrait donner une ombre très reconnaissable, d'autant plus que cette partie est beaucoup plus étendue qu'on ne se le figure ordinairement. Le diamètre de la *macula* étant de 2^{mm} à 3^{mm}, sa projection à 30^{cm} a une largeur d'au moins 3^{cm} à 5^{cm}; à 1^{m}, la *macula* devrait former une ombre presque circulaire de 12^{cm} à 18^{cm} de diamètre. Encore cette étendue comprend des zones de sensibilité très différente, dont la plus remarquable est la *fovea centralis*, qui en occupe le centre et qui a une largeur environ dix fois moindre.

» L'uniformisation de l'intensité lumineuse apparente entre ces diverses parties de la rétine peut être attribuée en partie à ce que la sensibilité s'émousse assez rapidement aux points les plus sensibles, qui sont les plus fortement excités; mais les faits énoncés dans ma dernière Note montrent qu'il faut surtout mettre en cause l'irradiation nerveuse, qui, se portant des parties plus excitées (plus sensibles) aux parties moins excitées (moins sensibles), tend à mettre en équilibre fonctionnel toutes les cellules de la sphère visuelle corticale.

» Mais il n'en est plus de même, et cet équilibre n'a pas le temps de se produire si, au lieu de faire agir sur la rétine une excitation continue, on varie brusquement et plus ou moins fréquemment son état d'excitation; on prend alors sur le fait les courants sensoriels en question et l'on met en évidence de la façon la plus nette les différences d'éclairement ou d'excitabilité rétinienne.

» L'indication principale à remplir pour obtenir ce dernier résultat est d'avoir un champ visuel rigoureusement uniforme et surtout de très faible intensité. En se plaçant dans les conditions indiquées pour voir l'ombre de la pupille, j'ai pu souvent voir en même temps, au moment où l'œil est brusquement découvert, l'ombre des grosses branches de l'arbre vasculaire de Purkinje (vaisseaux rétiniens).

» L'ombre de la *macula lutea* se produit le plus facilement au moment du crépuscule, en regardant sur un sol clair, ou sur le ciel du côté opposé au soleil couché. On couvre et l'on découvre largement les yeux, soit par un écran, soit tout simplement par des mouvements de fermeture ou d'ouverture des paupières. Avec des mouvements assez lents de l'écran (au-dessous de 1 ou 2 par seconde), on voit devant le regard une tache sombre uniforme; pour une fréquence plus grande (3 ou quatre par se-

conde), la tache sombre est remplacée par une tache claire entourée d'un anneau sombre; des mouvements encore un peu plus rapides montrent cette zone sombre entourée elle-même d'un second anneau plus clair que le fond du champ visuel. L'étendue apparente de la région où se montrent ces phénomènes, mesurée à une distance donnée de l'œil, correspond bien à celle de la tache jaune. Quant aux rapports de ces alternatives concentriques de lumière et d'ombre avec les oscillations rétiniennes que j'ai décrites précédemment, je n'ai pu les préciser jusqu'à présent (Maxwell, Exner, etc. ont décrit diverses observations paraissant se rapporter à la perception de la tache jaune, mais dans des conditions qui étaient loin d'être rigoureusement définies).

» Quant à la *fovea centralis*, le meilleur moyen de la voir entoptiquement est de produire à l'aide d'un spectroscope le scotome central que j'ai trouvé depuis longtemps d'abord dans le bleu, puis dans toutes les autres couleurs. L'instrument étant éclairé faiblement, par un jour moyen, avec la fente à son minimum d'ouverture, on peut, en déplaçant très légèrement l'œil par de petits mouvements latéraux au-devant de l'oculaire, réaliser des variations alternatives d'éclairage suffisantes pour faire percevoir divers phénomènes entoptiques, par exemple la projection des plus petits vaisseaux rétiniens, les lignes fines de Nuel, et enfin la projection de la *fovea*; celle-ci se montre sous forme d'une petite tache sombre entourée d'un anneau plus clair que le fond environnant; je puis la dessiner facilement sur le papier : elle a alors en moyenne une largeur de 2^{mm}, l'anneau clair a à peu près un diamètre double. Pour plus de précision, on peut projeter la tache à distance fixe sur une échelle graduée qu'on observe à l'aide du second œil; en estimant ainsi sa largeur, on trouve qu'elle correspond à une image rétinienne de $0^{mm},2$ à $0^{mm},3$; ce sont justement les dimensions de la *fovea*.

» Ce scotome central paraît un peu plus large dans le bleu et le vert bleu que dans les rayons moins réfrangibles à partir de E. Plus facile à percevoir dans le bleu (où il exige un peu plus de lumière), *il est visible partout, dans l'extrême rouge y compris*. Pour l'observer il vaut mieux, quand on le peut, déplacer latéralement le spectroscope que de remuer la tête; un petit spectroscope est donc préférable, surtout quand il peut tourner facilement autour d'un pied vertical; quant au spectre, il est indifférent de l'orienter parallèlement ou perpendiculairement au déplacement du regard; mais, dans le second cas, on est sûr de n'opérer à la fois que sur une zone spectrale unique.

» Cette production d'un scotome central très net a une grande importance, non pas tant en confirmant mes expériences anciennes (de 1877 et 1884) qu'en donnant la raison d'une erreur expérimentale commise par plusieurs observateurs dans l'observation de la tache jaune. Ces observateurs (Kœnig, von Kries, etc.), dominés par l'idée de M. Parinaud que les bâtonnets seuls peuvent donner la sensation incolore que j'ai montrée être à la base de toute sensation visuelle, même d'origine rigoureusement monochromatique, ont cru reconnaître qu'une excitation colorée, vue sous le minimum perceptible, n'est pas vue incolore par la *fovea*. J'ai vérifié le contraire plus de cent fois, mais à la condition de prendre des précautions toutes spéciales pour maintenir absolument le regard dans la direction du centre de la *fovea*, dont il tend avec force à s'échapper, tant qu'on ne lui présente que de petits points éclairés au minimum : il fuit alors le point central avec une persévérance inouïe, pour se fixer sur les parties immédiatement voisines, plus sensibles (anneau clair de la figure entoptique); on ne peut le ramener au centre qu'en lui fournissant un point de repère fixe sur lequel il s'oriente. J'ai décrit ailleurs ces expériences de vérification, sur lesquelles je n'ai pas à m'étendre en ce moment (voir *Archives d'Ophtalmologie*, mai 1896; *Association française, Congrès de Carthage*, 1896). Elles démontrent, sans doute possible, qu'au centre comme partout ailleurs, et pour toutes les couleurs, la sensation minima est incolore; que, par conséquent, elle peut être fournie par les cônes (seuls éléments centraux) aussi bien que par les bâtonnets; que la vision nette et la perception des couleurs ne marchent pas de pair l'une avec l'autre; que le maximum de perception des couleurs est *non au centre*, mais *sur les bords de la fovea*, tandis que le point central est au contraire le lieu du maximum de distinction nette des détails, fonction qui entre en jeu dès que l'éclairement a atteint une valeur suffisante. Il est facile d'en conclure que la perception des couleurs n'est pas simplement fonction de l'excitation des cônes, ainsi qu'on est trop disposé à l'admettre. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur le poids atomique de l'azote.* Note de M. **M. Vèzes**, présentée par M. Troost.

« Dans une série de Notes publiées récemment dans les *Comptes rendus* (t. CXXVI, p. 954, 1030, 1415 et 1501; 1898), M. D. Berthelot expose une nouvelle méthode de détermination précise des poids atomiques,

applicable aux éléments chimiques gazeux ou fournissant des combinaisons gazeuses, et basée sur la mesure de la densité et de la compressibilité de ces éléments ou de leurs combinaisons. La comparaison des poids atomiques ainsi calculés avec les poids atomiques définis par l'analyse chimique lui donne un accord satisfaisant pour certains éléments (hydrogène, carbone), tandis que certains autres (chlore, soufre, phosphore et surtout azote) manifestent un désaccord sensible. Pour l'azote, en particulier, on a, le poids atomique de l'oxygène étant pris par définition égal à 16,000 :

Par les données physiques (D. Berthelot).....	14,005
Par l'analyse chimique (Stas).....	14,044

» L'écart de ces deux nombres atteint, on le voit, près de trois millièmes de leur valeur.

» M. D. Berthelot cherche à expliquer ce désaccord par l'inexactitude du nombre déterminé par voie chimique, inexactitude due à une erreur systématique qui vicierait le résultat des recherches classiques de Stas. L'an dernier déjà, M. Leduc (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 299; 1897), calculant lui aussi au moyen de mesures physiques le poids atomique de l'azote, avait obtenu la même valeur 14,005, et expliqué par la même erreur systématique le nombre notablement plus fort obtenu par Stas.

» Cette erreur systématique a été signalée pour la première fois par Dumas (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XIV, p. 289; 1878) : l'argent en grenaille, tel que l'employait Stas dans ses déterminations, retient de l'oxygène qu'il a dissous pendant sa fusion. Le poids atomique de ce métal, fixé par Stas à 107,929, doit donc être légèrement abaissé, ce qui conduit à modifier aussi celui de l'azote, déterminé en fonction de celui de l'argent. Partant de la proportion d'oxygène que Dumas a trouvée dans l'argent fondu, M. Leduc calcule que le poids atomique de l'azote résultant des expériences de Stas doit être abaissé de 14,044 à 14,002; de son côté, M. D. Berthelot déduit des nombres de Dumas une conclusion analogue.

» Cette correction est-elle légitime? Peut-on admettre que la proportion d'oxygène trouvée par Dumas dans l'argent fondu (fondu notamment en présence de nitre, employé à des doses volontairement exagérées) représente bien la proportion d'oxygène existant dans l'argent préparé par Stas avec les précautions multiples que l'on sait?

» La réponse à ces questions se trouve dans un Mémoire de Stas lui-même, publié après sa mort (*Mém. de l'Acad. de Bruxelles*, t. XLIX; 1893, et *Œuvres complètes*, t. III, p. 1-201), et qui paraît avoir échappé à l'atten-

tion de M. Leduc et de M. D. Berthelot. Dans cet important travail, Stas, justement soucieux de rechercher si la cause d'erreur signalée par son « illustre maître Dumas » affectait d'une façon sensible les résultats numériques de ses recherches antérieures, a soumis à un examen minutieux, au point de vue de la quantité d'oxygène occlus, les échantillons même d'argent précédemment employés à ses déterminations de poids atomiques. Ses conclusions à cet égard sont les suivantes (*loc. cit. : Mémoires,* p. 116; *Œuvres,* p. 124) :

» L'argent qui m'a servi pour la détermination des poids atomiques renfermait des gaz, et il en est de mème du métal obtenu dans des conditions identiques.

» Le contenu en gaz de ces métaux s'élève à $\frac{1}{35800}$ du poids de l'argent, quantité qui ne peut avoir eu aucune influence sur les conclusions que j'ai déduites de mes travaux, puisque l'erreur qui en résulte se confond absolument avec l'erreur inévitable dans les expériences de cette nature. »

» Si l'on calcule, en effet, au moyen du nombre fourni par Stas dans les lignes qui précédent, le changement qui en résulte pour le poids atomique de l'azote, on trouve :

Nombre original de Stas	14,044
Nombre corrigé	14,040

» On voit que la différence entre ces deux nombres est bien de l'ordre des erreurs d'expérience. L'écart est au contraire dix fois plus fort, si l'on compare ces nombres à ceux que M. Leduc et M. D. Berthelot ont déduits, soit de mesures physiques, soit de corrections arbitrairement effectuées sur les nombres de Stas. L'erreur systématique signalée par Dumas ne peut donc suffire à justifier un tel écart. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique du tellure* (1). Note de M. **R. Metzner**, présentée par M. A. Ditte.

« La détermination du poids atomique du tellure a été l'objet de nombreux travaux. Les dernières recherches ont été entreprises dans le but d'éclaircir la question, si controversée, de savoir définitivement si le poids atomique du tellure est plus grand que celui de l'iode, ce qui est contraire aux exigences de la loi périodique, ou s'il est plus petit : elles ont donné des résultats compris entre 127,05 et 127,74.

(1) Travail fait au laboratoire de M. Ditte, à la Sorbonne.

» Nous remarquerons tout d'abord que, parmi toutes ces expériences, aucune n'a été faite avec du tellure présentant des garanties suffisantes de pureté. Les derniers expérimentateurs, en particulier, ont opéré avec du tellure distillé; or, la distillation n'est pas un procédé rigoureux de purification dans le cas où le tellure serait mélangé avec d'autres corps simples se volatilisant sensiblement à la même température que lui, ce qui est le cas de l'antimoine et du bismuth.

» La matière qui m'a servi était obtenue par décomposition de l'hydrogène telluré. M. Ditte (1) a montré que ce corps présente vers 500° un maximum de dissociation, et il a indiqué un procédé pour préparer le tellure cristallisé. En employant cette méthode, j'ai obtenu de très belles aiguilles qui, dans l'état actuel de nos connaissances, représentent le tellure le plus pur qu'on sache préparer, et il semble bien qu'elles ne contiennent d'impureté d'aucune sorte.

» J'effectuais la préparation du tellure dans des tubes scellés, en présence d'une quantité limitée d'hydrogène; le rôle des impuretés de celui-ci est alors négligeable, ce qui pourrait ne pas avoir lieu avec un courant de gaz. L'antimoine et le bismuth traités par l'hydrogène, de la même manière et à la même température, ne donnent lieu à aucun transport de métal. Si de la substance employée dans la recherche du poids atomique du tellure on passe aux méthodes suivies, on constate qu'elles ne présentent pas non plus toutes les garanties nécessaires d'exactitude.

» Brauner a choisi l'analyse du tétrabromure; or, de son propre aveu, cette substance « *ne peut être ni fondue, ni distillée sans décomposition* ».

» **Ses résultats varient entre 127,57 et 129,63.**

» Staudenmaier utilise la réduction, par l'hydrogène, de l'acide tellurique cristallisé; il est difficile d'avoir celui-ci exempt d'eau-mère, et les nombres varient entre 127,05 et 127,6; toutefois, en interprétant les résultats de manière à éliminer cette cause d'erreur, j'ai trouvé des nombres plus grands que les siens et allant jusqu'à 127,74.

» Mes expériences ont été faites en suivant deux méthodes qui me paraissent mériter plus de confiance, à savoir : la synthèse du sulfate de tellure, et la réduction de l'acide tellureux par l'oxyde de carbone.

» I. *Emploi du sulfate de tellure.* — L'acide tellureux fondu se dissout dans l'acide sulfurique étendu d'un peu d'eau, mais il n'est pas nécessaire

---

(1) *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. I, p. 293.

de passer par cet intermédiaire, et l'on peut attaquer directement le tellure. L'opération se fait alors avec formation d'un dépôt blanc de sulfate, insoluble dans l'acide sulfurique, et production d'une liqueur pourpre qu'on décolore facilement avec quelques gouttes d'acide nitrique pour pouvoir suivre les progrès de la transformation du tellure. Quand celle-ci est complète, on ajoute assez d'acide étendu de son volume d'eau, pour obtenir une dissolution *complète*. Il suffit alors d'évaporer à sec, puis de peser le sulfate bien cristallisé et parfaitement blanc qu'on obtient.

» La capsule de platine dans laquelle se fait l'attaque est recouverte d'un verre de montre pour éviter les projections de matière; on la chauffe en la disposant dans une capsule plus grande, également en platine, qui seule est exposée à l'action des produits de la combustion; enfin, la dessiccation du sulfate se fait entre 350° et 400° avec les mêmes précautions. Voici les résultats de trois opérations :

Tellure.	Sulfate.	Poids atomique.
790,2	1235,0	127,9
414,3	647,5	128,0
1098,3	1717,0	127,8

» II. *Réduction de l'acide tellureux.* — J'ai opéré cette réduction par l'oxyde de carbone en présence de l'argent, ce qui supprime les pertes qui, lorsqu'on se sert d'hydrogène comme réducteur, peuvent provenir de la formation de petites quantités d'hydrogène telluré; on a, en outre, une vérification précieuse des résultats en pesant l'acide carbonique formé.

» L'acide tellureux dont je me suis servi provenait de la destruction du tétrachlorure de tellure par l'eau; l'acide hydraté ainsi obtenu était fondu dans une nacelle de platine, à l'abri de l'oxygène de l'air. On obtenait ainsi une substance d'un beau blanc, tandis que celle qui provient de l'attaque du tellure par l'acide nitrique est toujours plus ou moins jaune, sans doute à cause de la présence d'un peu d'anhydride tellurique.

» Pour faire une expérience, on mélangeait de l'acide tellureux très finement pulvérisé avec un poids d'argent quatre à cinq fois supérieur à celui qui est nécessaire pour constituer du tellurure, et l'on finissait de remplir la nacelle avec de l'argent pur. On dessèche tout d'abord parfaitement la matière en la chauffant dans le tube à réduction traversé par un courant d'air sec. Quand la nacelle ne variait plus de poids, on remplaçait le courant d'air par de l'oxyde de carbone bien exempt d'acide carbo-

nique et, lui aussi, parfaitement sec. A cet effet, le gaz traversait successivement un tube à boules contenant de la potasse, puis un tube en U renfermant des fragments de la même matière; ensuite un tube de Mohr contenant de l'acide sulfurique, et enfin un tube en U à anhydride phosphorique.

» Un tube témoin, placé à l'entrée du tube à réduction, contenait, dans l'une de ses branches, de la potasse caustique et, dans l'autre, de l'anhydride phosphorique : ce tube n'a pas varié de poids pendant toute la durée des expériences.

» Une fois l'air entièrement chassé, on fixait à l'extrémité libre du tube à réduction le système ordinairement employé dans les analyses organiques pour l'absorption de l'acide carbonique; on chauffait alors lentement pendant deux à trois heures, pour produire le départ de l'oxygène sans agglutiner la matière, et l'on terminait l'opération en portant le tube au rouge pendant quelques instants.

» Voici les résultats de quatre déterminations :

TeO^2.	Perte de poids.	CO^2.	Poids atomique du tellure.
743,2	118,8	543	127,8
1106,7	221,3	559	128,0
988,5	197	»	128,24
1312,5	262,5	»	128,0

» En résumé, toutes mes déterminations, aussi bien avec le sulfate qu'avec l'acide tellureux, m'ont donné des nombres plus grands que ceux trouvés par Brauner et Staudenmaier : la moyenne de mes résultats est égale à 127,9. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sodammonium en excès sur le phosphore rouge* (1). Note de M. **C. Hugot**, présentée par M. A. Ditte.

« Les résultats de l'action du phosphore en excès sur le sodammonium ont déjà été publiés (2). L'action du sodammonium en excès sur le phos-

(1) Travail fait dans les laboratoires de Chimie de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 206.

phore donne naissance à un composé dont l'étude fait l'objet de cette Note.

» L'appareil employé dans ces expériences se compose d'un tube plein de soude récemment fondue, dans lequel on liquéfie le gaz ammoniac pur. Au contact de l'hydrate de soude, l'ammoniac liquide se déshydrate complètement. Ce tube R, qui sert de réservoir à gaz ammoniac, est fermé par un robinet en verre. Il est relié d'une part à un manomètre de mercure, de l'autre à l'appareil où s'effectuera la réaction. Sur la petite branche du manomètre est soudé un tube à robinet permettant de recueillir, sur une cuve à mercure, les gaz dégagés pendant l'expérience.

» L'appareil dans lequel s'effectue la réaction du phosphore sur l'ammonium alcalin est tout entier en verre. Il présente sensiblement la forme d'un H, dont les parties verticales sont constituées par deux tubes larges A et B, et la partie horizontale par un tube étroit T contenant un tampon de coton de verre sec.

» Les extrémités inférieures des deux tubes A et B sont effilées et peuvent être, pour les pesées, fermées par des bouchons de liège. Les extrémités supérieures de A et B portent chacune un tube muni d'un robinet. C'est par le tube A que l'appareil communique avec le réservoir à gaz ammoniac décrit plus haut.

» Voici la marche d'une expérience :

» L'appareil ATB, séché avec soin, est mis en communication avec le réservoir R. Un courant de gaz ammoniac traverse l'appareil et chasse complètement l'air qu'il renferme. Les extrémités inférieures sont fermées par des bouchons de liège, et l'appareil est pesé plein de gaz ammoniac.

» On introduit successivement dans le tube A un morceau de phosphore rouge lavé, et séché dans un courant de gaz ammoniac, et un globule de sodium, en pesant chaque fois, comme précédemment, l'appareil plein de gaz ammoniac. Le sodium est introduit à l'état fondu dans une atmosphère d'hydrogène pur et sec ; il a été purifié par distillation.

» Les poids de phosphore et de sodium étant ainsi connus, on ferme à la lampe les extrémités inférieures des tubes A et B.

» On rétablit la communication entre le réservoir R et l'appareil ATB plongé dans un mélange réfrigérant; le sodammonium se forme et se dissout dans l'excès de gaz ammoniac liquéfié.

» Le phosphore entre en réaction avec le sodammonium. La liqueur, d'abord mordorée, devient lentement verdâtre. Cette teinte verdâtre est plus ou moins claire suivant que le phosphore est en plus ou moins grande quantité par rapport au sodium. On constate en même temps sur les parois du tube A la formation de petits cristaux brillants.

» Pendant cette opération, et surtout au bout de quelques heures de contact, il se dégage de l'hydrogène que l'on recueille sur la cuve à mercure.

» Après un jour de repos, l'appareil étant maintenu dans la glace fondante, on fait passer le liquide jaune verdâtre, en inclinant l'appareil, du tube A dans le tube B à travers le coton de verre. Le sodammonium en excès passe en grande partie.

» On fait ensuite distiller le gaz ammoniac liquéfié, de B en A, en refroidissant A et échauffant le tube B. Puis on fait écouler de nouveau le liquide de A en B à travers le coton de verre. En un mot on lave le tube A avec le gaz ammoniac liquéfié.

» Cette opération doit généralement se continuer pendant plusieurs jours pour enlever les dernières traces de sodium, qui suffisent pour colorer le liquide en bleu verdâtre. Il reste en A une poudre cristalline qui paraît jaune. Si on laisse le gaz ammoniac liquéfié baigner quelque temps ces cristaux, on s'aperçoit qu'il prend une teinte jaune. On peut procéder au lavage de cette poudre cristalline comme on l'a fait plus haut.

» En maintenant l'appareil à 0°, on laisse dégager peu à peu le gaz ammoniac. Il reste alors en B un dépôt jaune qui tapisse les parois du tube, ainsi que du sodium cristallisé provenant de la dissociation du sodammonium en excès.

» Le corps jaune contenu dans B correspond à la formule $P^2H^3Na^3$.

» Les cristaux légèrement colorés en jaune du tube A sont des cristaux d'amidure de sodium mélangé à des traces du corps $P^2H^3Na^3$. Si l'on analyse en effet ces cristaux après les avoir lavés pendant plusieurs jours au gaz ammoniac liquéfié, on trouve qu'ils correspondent à la formule AzH^2Na.

» La réaction qui a eu lieu dans le tube A peut être représentée par :

$$(a) \qquad 6\,AzH^3Na + 2P = P^2H^3Na^3 + 3\,AzH^2Na + 3\,AzH^3.$$

» La quantité d'amidure de sodium formé est donnée par le poids des cristaux restés en A. Il faut en retrancher le poids d'amidure provenant de la décomposition spontanée du sodammonium signalée par M. Joannis (1). Cette donnée sera connue par le dosage de l'hydrogène dégagé pendant l'opération et recueilli sur la cuve à mercure.

» Le corps jaune, traité par les acides et l'eau, donne lieu aux réactions suivantes :

$$(b) \qquad P^2H^3Na^3 + 3HCl = 3NaCl + 2PH^3,$$

$$(c) \qquad P^2H^3Na^3 + 3H^2O = 3NaOH + 2PH^3.$$

» Le phosphore est déduit de la quantité de phosphure d'hydrogène dégagé lorsqu'on fait agir lentement l'eau pure ou acidulée sur le corps précédent. Le sodium en excès est connu par le volume d'hydrogène dégagé dans ces mêmes réactions.

» Chauffé dans le vide, le corps $P^2H^3Na^3$, après avoir perdu un peu de gaz ammoniac qu'il retient, laisse partir vers 100° du phosphure d'hydrogène et un peu d'hydrogène. De 150° à 200°, au contraire, la proportion de phosphure d'hydrogène diminue beaucoup. Enfin de 200° à 300° le gaz recueilli n'est que de l'hydrogène (2).

---

(1) A. Joannis, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 392.

(2) La somme des poids de l'hydrogène pur et de l'hydrogène correspondant au

» Afin de ne pas prolonger ces lavages fastidieux au gaz ammoniac liquéfié, il semblerait, d'après la formule (*a*), plus commode de faire entrer en réaction le sodium et le phosphore dans des proportions à peine supérieures au rapport de 3 à 1. L'expérience montre que, si l'on n'opère pas avec un excès suffisant de sodium, la réaction (*a*) n'est plus seule à se produire. On constate la formation de composés difficiles à déterminer. On peut cependant affirmer la présence du corps PH^2Na, auquel M. Joannis a donné le nom de *phosphidure de sodium* (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés d'un nouveau carbure de tungstène*. Note de **M. P. Williams** (2), présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons essayé de préparer des carbures doubles de fer avec un certain nombre de métaux voisins tels que le chrome, le molybdène, le tungstène, etc.

» En étudiant notamment les composés doubles de tungstène et de fer, nous avons pu isoler un nouveau carbure de tungstène.

» M. Moissan a décrit un composé (3) répondant à la formule Tu^2C et qu'il a obtenu en chauffant le tungstène avec un excès de charbon au four électrique. Ce corps est attaqué par le chlore; au contraire, le composé que nous avons obtenu s'en différencie nettement par l'action du chlore qui ne l'altère point. Sa formule est TuC.

» Le présent Travail a pour but de faire connaître sa préparation et ses principales propriétés.

» *Préparation du carbure de tungstène.* — Le carbure de tungstène TuC peut être obtenu par l'un ou l'autre des procédés suivants :

» 1° On fait un mélange intime d'acide tungstique pur, calciné, de fer et de coke de pétrole dans les proportions suivantes :

	gr
Acide tungstique	120
Coke de pétrole	20
Fer	150

---

phosphure d'hydrogène représente précisément la quantité théorique d'hydrogène contenu dans $P^2H^3Na^3$.

(1) M. A. Joannis, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 557.

(2) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

(3) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 15.

« Ce mélange, placé dans un creuset en charbon, est chauffé au rouge blanc, au moyen d'un violent feu de forge, pendant une heure. Après refroidissement, on trouve dans le creuset un culot métallique, bien fondu, très dur et d'aspect cristallin. Ce culot renferme le carbure de tungstène mélangé avec une grande quantité de fer et de carbure double.

» Pour séparer le carbure de l'excès de fer, le culot est attaqué par l'acide chlorhydrique chaud jusqu'à complète désagrégation. Il reste un mélange de carbure double de tungstène et de fer et de carbure de tungstène. On peut séparer la plus grande partie du carbure simple des composés doubles de fer et de tungstène, au moyen d'un aimant, le carbure de tungstène étant non magnétique. Ce carbure est encore mélangé de graphite, mais la grande différence entre les densités du carbure et du graphite permet de les séparer très facilement par lévigation. Les dernières impuretés sont enlevées par un courant de chlore au rouge. Enfin, l'emploi du bromoforme ou de l'iodure de méthylène permet d'éliminer la petite quantité de graphite qui a pu être libérée dans le traitement au chlore.

» 2° On peut préparer également le carbure au four électrique. Le même mélange, chauffé pendant cinq à six minutes, avec un courant de 900 ampères et 45 volts, fournit un culot, bien fondu, très cassant et qui renferme aussi beaucoup de graphite. La séparation du carbure est faite comme il a été indiqué plus haut.

» Les cristaux du carbure préparé au four électrique sont plus gros que ceux que nous avons obtenus au moyen de la forge. Le rendement est assez faible dans tous les cas, et le carbure se rencontre principalement à la périphérie du culot. Nous avons pensé que ce fait était dû à un refroidissement brusque; nous avons alors plongé le culot sortant du four dans un vase rempli d'eau froide, comme cela a été décrit par M. Moissan dans ses expériences sur la reproduction du diamant et la préparation du carbure de fer. Nous avons obtenu ainsi un rendement plus grand, mais les cristaux sont moins nets.

» *Propriétés physiques*. — Le carbure de tungstène se présente sous la forme d'une poudre d'un gris de fer; examinée au microscope, elle est formée de cristaux cubiques et non transparents. Il est très dur, il raye facilement le quartz. La densité à $+18^{\circ}$ est 15,7.

» Le carbure de tungstène fond très difficilement. Une petite quantité de ce carbure, placée dans un creuset de charbon de cornue bien fermé, a été chauffée pendant quinze minutes avec un courant de 950 ampères et 45 volts. Le carbure TuC a été partiellement liquéfié et transformé en carbure Tu^2C et graphite, ainsi que nous l'a démontré l'analyse de la partie fondue.

» *Propriétés chimiques*. — Le carbure de tungstène, chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène pur et sec, n'est pas altéré.

» Chauffé en présence d'oxygène ou d'air, il s'oxyde lentement avec formation des acides tungstique et carbonique. L'azote est sans action au rouge.

» A froid le fluor l'attaque avec incandescence, mais le chlore, le brome et l'iode sont entièrement sans action sur le carbure, au rouge vif.

» Les hydracides gazeux et leurs dissolutions dans l'eau ne l'attaquent pas. Lorsqu'on le chauffe avec l'acide chlorhydrique dans un tube scellé pendant trois heures à la température de 350° C., il n'y a pas d'action entre le carbure et l'acide, mais une quantité considérable de cristaux de chlorure de sodium se sépare par refroidissement à cause de l'attaque du verre.

» Les acides nitrique et sulfurique attaquent très lentement le carbure.

» Il n'y a pas d'action entre l'eau et le carbure à la température de ramollissement du verre de Bohême. Il s'oxyde facilement en chauffant avec le chlorate ou l'azotate de potassium; le bisulfate et le carbonate de potassium ne l'attaquent que très lentement.

» *Analyse du carbure de tungstène.* — Le carbone est dosé en brûlant le carbure dans un courant d'oxygène. L'acide carbonique qui se forme est absorbé par les tubes à potasse, préalablement pesés.

» Le tungstène est dosé par l'oxydation du carbure dans un courant d'air. On pèse ensuite l'acide tungstique.

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	I.	II.	III.	Calculé pour Tu C.
Tungstène	93,55	93,52	93,60	93,88
Carbone	5,87	6,20	6,08	6,12

» En résumé, nous avons préparé un carbure de tungstène de formule TuC. Ce carbure prend naissance lorsqu'on chauffe, à la température du four électrique, un mélange d'acide tungstique et de charbon avec un grand excès de fer. En présence d'acide tungstique et de charbon seulement, le carbure Tu^2C se forme ainsi que l'a indiqué M. Moissan.

» Par conséquent, en présence de carbure de fer, il est possible d'obtenir un composé de tungstène qui renferme deux fois plus de carbone que celui obtenu lorsque l'on chauffe ensemble le tungstène et le carbone. Le fer en facilitant la fusion de la masse permet de préparer ce composé à une température inférieure à la température de fusion du tungstène à laquelle le carbure Tu^2C prend seul naissance. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de séparation du géraniol et du citronnellol.* Note de MM. **J. Flatau** et **H. Labbé** (¹), présentée par M. Friedel.

« Aucune des méthodes chimiques (²) proposées jusqu'ici pour la séparation du géraniol et du citronnellol dans les diverses essences de géranium et de roses n'étant satisfaisante nous avons cherché et réalisé la méthode suivante, fondée sur les caractères physiques différents de deux dérivés de ces alcools, qu'on obtient facilement par le nouveau procédé avec un rendement presque théorique.

» L'essence (géranium de l'Inde, géranium Bourbon, citronnelle, rose, etc.), saponifiée par la potasse alcoolique à 5 pour 100, est rectifiée dans le vide. La portion 120°-140° sous 30^{mm} est dissoute avec son poids d'anhydride phtalique dans un volume égal de benzène cristallisable.

» Après une heure d'ébullition au réfrigérant ascendant, on évapore le benzène et l'on fait le sel sodique des éthers formés. La masse gélatineuse obtenue est dissoute dans l'eau tiède et la solution lavée à l'éther jusqu'à complet enlèvement des impuretés; on met en liberté les éthers par l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau.

» Le mélange des éthers purs ainsi obtenus est traité par la ligroïne qui les dissout entre 20° et 25°; on refroidit ensuite la solution vers —5°. L'éther géranyl-phtalique, insoluble dans la ligroïne à cette température, se sépare sous la forme de cristaux dont on peut hâter le dépôt par addition d'un cristal pur; on sépare les cristaux, on les lave à la ligroïne, puis on évapore la solution dans la ligroïne qui abandonne l'éther citronnellyl-phtalique pur sous la forme d'une huile jaune d'or épaisse, qui ne cristallise pas par un grand refroidissement.

» Les deux éthers sont ensuite saponifiés séparément par ébullition pendant une heure environ au réfrigérant ascendant avec la quantité convenable de potasse alcoolique à 5 pour 100. On les purifie ensuite par rectification ou entraînement dans un courant de vapeur d'eau.

» Le géraniol obtenu par cette méthode bout à 228°,2 sous 750^{mm} sans la moindre trace de décomposition, et à 122° sous 29^{mm} (thermomètre entièrement plongé dans la vapeur). Sa densité à 0° = 0,8965.

» C'est un liquide incolore, d'une odeur douce et très agréable de rose.

» Le citronnellol bout à 221°,5 sous 755^{mm}.

(¹) Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

(²) Barbier et Bouveault, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 51. Tiemann, *Ber.*, t. XXIX, p. 921 et suivantes. H. Erdmann, *Journ. für prakt.*, t. LVI, p. 28.

» Il a une odeur analogue à celle du géraniol, mais plus forte et ressemblant davantage à celle de rose.

» Par la méthode que nous venons de décrire, nous avons aussi analysé les diverses essences réputées contenir du géraniol et du citronnellol, et nous avons modifié les dosages admis de la façon suivante :

Essence de géranium d'Inde.

Alcools.....	80 pour 100	Géraniol.....	63 pour 100
		Citronnellol.....	17 pour 100

Essence de citronnelle.

Alcools.....	46 pour 100	Géraniol.....	40 pour 100
		Citronnellol.....	6 pour 100

Essence de géranium Bourbon.

Alcools.....	80 pour 100	Citronnellol.....	70 pour 100
		Géraniol.....	10 pour 100

Essence de roses (Bulgarie) (1).

Alcools.....	85 à 90 pour 100	Géraniol.....	70 pour 100
		Citronnellol.....	15 pour 100

Essence de mélisse.

Alcools.....	32 pour 100	Géraniol.....	20 pour 100
		Linalol.....	12 pour 100

» *Quelques nouveaux dérivés du géraniol et du citronnellol.* — A partir des alcools purs obtenus par la méthode précédente, nous avons préparé quelques nouveaux dérivés :

» 1° *Éther géranyl-phtalique*

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!\rangle C = CH - CH_2 - CH^2 - \overset{CH^3}{\overset{|}{C}} = CH - CH^2OCOC^6H^4 - COOH,$$

obtenu cristallisé de la ligroïne en tables rhombiques. Il fond à 47°.

» Après séchage dans le vide à poids constant, cette substance donne à l'analyse les chiffres suivants :

Calculé pour $C^{18}H^{18}O^4$.....	C = 71,52	H = 7,28
Trouvé.....	C = 71,33	H = 7,36

(1) Privée du stéaroptène.

» Il est facilement soluble dans tous les solvants à froid : chloroforme, alcool, benzène, acétone, éther, acide acétique.

» Dans la ligroïne, il est facilement soluble à 25° et commence à se précipiter à 10°-12°; à +5° il est tout à fait insoluble dans ce solvant (1). Son sel d'Ag, sous la forme d'une poudre blanche très stable, fond à 133°,8.

» 2° *Éther tétrabromogéranyl-phtalique*

$$CH^3-\underset{\underset{CH^3}{|}}{CBr}-CHBr-CH^2-CH^2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CBr}-CHBr-CH^2OCO-\underset{\underset{C^6H^4-COOH}{|}}{}$$

ou éther phtalique du diméthyl-2.6-tétrabromure-2.3.6.7-octanol-8.

» Pour le préparer, nous avons bromé le produit précédent en solution éthérée (deux molécules de Br pour une de l'éther). La réaction se fait à froid. Pour purifier le produit, nous l'avons recristallisé dans le vide par précipitation de sa solution benzénique par la ligroïne.

» Ainsi purifié, il fond à 114°-115°.

» Il a donné à l'analyse les chiffres suivants :

Br pour 100	Calculé.....	51,37
	Trouvé.....	50,78

» 3° Nous avons aussi préparé une certaine quantité d'éthers des deux alcools, en les chauffant en tubes scellés à 150°-160°, avec un excès d'acide en présence d'acétate de cadmium desséché.

» Le produit obtenu est lavé très soigneusement au carbonate de soude, et ensuite fractionné dans le vide. Après plusieurs distillations, les éthers sont précipités des alcools en excès. Nous avons constaté par titrage qu'ils renfermaient en moyenne 98 pour 100 de l'éther pur. Les rendements sont d'ailleurs assez bons pour le géraniol et presque quantitatifs pour le citronnellol.

	Ébullition	sous
	°	mm
a. Acétate de citronellol.....	172-173	34
b. Valérate de citronellol.....	194-196	31
c. Caproate de citronnellol (2)...	168-170	33
d. Crotonate de citronnellol	138-140	35
e. Valérate de géraniol.....	130-132	30

» Tous ces éthers possèdent des odeurs fortes et agréables analogues à celles des alcools. »

(1) Flatau et Labbé, *B. S. ch.*, 3e série, t. XIX, p. 83.

(2) Acide caproïque actif.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la composition des poissons, des crustacés et des mollusques*. Note de M. **Balland**.

« De tout temps les poissons, les crustacés et les mollusques ont servi à la nourriture de l'homme. Sans parler des stations préhistoriques, on peut invoquer Hérodote qui rapporte que les Babyloniens (Livre I, p. 200) et les Égyptiens (Livre II, p. 92) comptaient plusieurs tribus ne vivant que de poissons et que les Pœoniens (Livre V, p. 16) en faisaient même manger à leurs chevaux. De nos jours, le poisson est encore presque l'unique soutien de nombreuses peuplades maritimes (Esquimaux, Groenlandais, etc.). Il est hors de doute qu'en France il devrait jouer un rôle beaucoup plus considérable dans l'alimentation et qu'il y aurait lieu de prendre d'énergiques mesures pour en étendre le plus possible la consommation. L'exemple donné par Paris qui reçoit annuellement 28 millions de kilogrammes de poissons frais et 8 à 9 millions de kilogrammes de moules ou de coquillages montre ce que l'on pourrait obtenir sur les marchés de l'intérieur avec des moyens de transport moins onéreux, plus fréquents et plus rapides.

» Les analyses que nous avons effectuées, relatées en partie dans le Tableau qui suit cette Note, ont été faites sur la chair seule, desséchée très lentement après avoir été soigneusement dépouillée de la peau et des arêtes. Les matières azotées ont été calculées comme dans nos précédentes recherches en multipliant l'azote obtenu suivant le procédé Kjeldahl par le coefficient 6,25. C'est admettre que toutes ces matières contiennent uniformément 16 pour 100 d'azote, mais on sait qu'en réalité il en est qui en contiennent moins et pour lesquelles le coefficient adopté est trop faible, de sorte que les matières extractives obtenues par différence peuvent parfois comprendre de petites quantités de matières azotées.

» Il résulte de nos analyses quelques indications générales qui mettent bien en relief la composition des produits examinés.

» La proportion d'eau, dans les poissons frais, est très variable puisqu'elle oscille entre 59,80 et 85,80 pour 100. Il y a une relation directe entre l'eau et la graisse. Les poissons qui contiennent le moins d'eau sont les plus riches en graisse; exemples : l'alose, l'anguille de rivière, le maquereau, le saumon qui ont de 12,85 à 25,69 pour 100 de graisse à l'état normal, soit 35,58 à 63,90 pour 100, à l'état sec.

» Les poissons les moins gras (0,14 à 0,81 pour 100 de graisse à l'état normal et 0,90 à 3,90 pour 100 à l'état sec) tels que le brochet, la limande, le merlan, la morue, la perche, la raie, la sole, la tanche, la vive, sont aussi les plus azotés. Ils donnent à

l'état sec jusqu'à 93 pour 100 de matières azotées, c'est-à-dire plus que les viandes de boucherie dont nous parlerons dans une Note ultérieure.

» Avec les poissons salés ou conservés dans l'huile, la proportion d'azote, après dessiccation, est la même si l'on tient compte de l'huile ou du sel ajoutés.

» Il n'y a pas de relations absolues entre les poissons d'un même groupe : si les clupéidés (alose, hareng, sardine) ou les gadidés (colin, merlan, morues) présentent une certaine analogie de composition, on trouve plus de différences dans les cyprinidés (brême, carpe, dorade, gardon, goujon, tanche).

» En comparant les analyses des poissons maigres avec celles des pommes de terre qui ont été données précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 430) on voit que la proportion d'eau est à peu près semblable des deux côtés et que les matières azotées dans les poissons sont représentées assez exactement par les mêmes chiffres que les matières amylacées dans les pommes de terre.

» Les crustacés et les mollusques, à l'état sec, contiennent moins d'azote que les poissons; la graisse ne dépasse guère 8 pour 100.

» L'acidité présente les mêmes écarts de part et d'autre : 0,038 à 0,258 pour 100 à l'état normal.

Composition centésimale des principaux poissons, crustacés et mollusques, vendus aux Halles de Paris.

		Matières				
		Eau.	azotées.	grasses.	extractives.	Cendres.
Alose commune	A l'état normal	63,90	21,88	12,85	0,11	1,26
	A l'état sec	0,00	60,62	35,58	0,30	3,50
Anguille de rivière	A l'état normal	59,80	13,05	25,69	0,70	0,76
	A l'état sec	0,00	32,46	63,90	1,74	1,90
Anguille de mer	A l'état normal	75,80	16,97	5,27	1,09	0,87
	A l'état sec	0,00	70,10	21,75	4,51	3,64
Brême	A l'état normal	78,70	16,18	4,09	0,01	1,02
	A l'état sec	0,00	75,94	19,20	0,06	4,80
Brochet	A l'état normal	79,50	18,35	0,66	0,41	1,08
	A l'état sec	0,00	89,52	3,20	2,01	5,27
Carpe	A l'état normal	78,90	15,71	4,77	0,08	0,54
	A l'état sec	0,00	74,44	22,60	0,41	2,55
Carrelet	A l'état normal	79,50	16,40	1,43	1,12	1,55
	A l'état sec	0,00	79,98	6,96	5,48	7,58
Dorade	A l'état normal	81,80	16,94	0,93	0,06	0,97
	A l'état sec	0,00	89,62	4,90	0,32	5,16
Éperlans	A l'état normal	81,50	15,72	1,00	1,02	0,76
	A l'état sec	0,00	84,98	5,40	5,52	4,10
Gardon	A l'état normal	80,50	16,39	1,08	0,80	1,23
	A l'état sec	0,00	84,04	5,52	4,13	6,31
Goujon	A l'état normal	81,20	15,94	1,03	0,44	1,39
	A l'état sec	0,00	84,73	5,52	2,34	7,41

			Matières			
		Eau.	azotées.	grasses.	extractives.	Cendres.
Hareng frais	A l'état normal	76,00	17,23	4,80	0,46	1,51
	A l'état sec	0,00	71,80	20,00	1,90	6,30
Limande	A l'état normal	85,80	12,05	0,38	0,80	0,97
	A l'état sec	0,00	84,82	2,70	5,68	6,80
Maquereau	A l'état normal	67,60	15,67	15,04	0,28	1,41
	A l'état sec	0,00	48,37	46,41	0,88	4,34
Merlan	A l'état normal	80,70	16,15	0,46	1,25	1,44
	A l'état sec	0,00	83,65	2,36	6,51	7,48
Merlan noir (Colin)	A l'état normal	80,10	17,84	0,36	0,73	0,97
	A l'état sec	0,00	89,64	1,80	3,66	4,90
Morue longue	A l'état normal	84,20	13,87	0,14	1,00	0,79
	A l'état sec	0,00	87,78	0,90	6,32	5,00
Muge ou Mulet	A l'état normal	79,30	18,32	1,22	0,07	1,09
	A l'état sec	0,00	88,50	5,90	0,33	5,27
Perche	A l'état normal	82,60	14,90	0,55	0,98	0,97
	A l'état sec	0,00	85,63	3,16	5,61	5,60
Raie	A l'état normal	76,40	22,08	0,45	0,17	0,90
	A l'état sec	0,00	93,58	1,90	0,72	3,80
Rouget ordinaire	A l'état normal	72,80	22,85	0,98	2,29	1,08
	A l'état sec	0,00	84,00	3,60	8,45	3,95
Sardines	A l'état normal	73,10	22,12	2,33	0,57	1,88
	A l'état sec	0,00	82,22	8,65	2,13	7,00
Saumon	A l'état normal	61,40	17,45	20,00	0,08	0,87
	A l'état sec	0,00	45,72	51,82	0,20	2,26
Sole	A l'état normal	79,20	17,26	0,81	1,11	1,62
	A l'état sec	0,00	82,96	3,90	5,34	7,80
Tanche	A l'état normal	80,00	17,47	0,39	0,48	1,66
	A l'état sec	0,00	87,34	1,95	2,41	8,30
Truite saumonée	A l'état normal	80,50	17,52	0,74	0,44	0,80
	A l'état sec	0,00	89,82	3,80	2,28	4,10
Turbot	A l'état normal	77,60	18,10	2,28	1,28	0,74
	A l'état sec	0,00	80,82	10,15	5,73	3,30
Vive	A l'état normal	84,20	13,71	0,76	0,61	0,72
	A l'état sec	0,00	86,76	4,78	3,89	4,57
Crabe commun	A l'état normal	76,50	15,89	0,87	5,75	0,99
	A l'état sec	0,00	67,60	3,69	24,50	4,21
Crevettes	A l'état normal	78,80	17,98	1,00	1,01	1,21
	A l'état sec	0,00	84,80	4,69	4,73	5,78
Écrevisses	A l'état normal	82,30	13,59	0,57	2,89	0,65
	A l'état sec	0,00	76,76	3,23	16,31	3,70
Bigornaux (Littorine littorale)	A l'état normal	73,30	11,99	2,28	7,83	4,60
	A l'état sec	0,00	44,92	8,55	29,30	17,23

		Eau.	Matières azotées.	Matières grasses.	Matières extractives.	Cendres.
Bucade (cardium comestible).....	A l'état normal....	92,00	4,16	0,29	2,32	1,23
	A l'état sec.....	0,00	52,00	3,67	29,00	15,33
Huître commune.....	A l'état normal....	80,50	8,70	1,43	7,33	2,04
	A l'état sec.....	0,00	44,60	7,32	37,61	10,47
Moules.....	A l'état normal....	82,20	11,25	1,21	4,04	1,30
	A l'état sec.....	0,00	63,20	6,82	22,68	7,30
Peigne de Saint-Jacques (Coquille Saint-Jacques).	A l'état normal....	78,00	13,69	1,54	5,05	1,72
	A l'état sec.....	0,00	62,24	7,00	22,96	7,80
Escargots de Bourgogne..	A l'état normal....	79,30	16,10	1,08	1,97	1,55
	A l'état sec.....	0,00	77,78	5,20	9,52	7,50
Petits escargots de vigne..	A l'état normal....	80,50	16,34	1,38	0,45	1,33
	A l'état sec.....	0,00	83,78	7,10	2,32	6,80

MINÉRALOGIE. — *Sur les formes cristallines du quartz des géodes de Meylan (Isère)*. Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« Dans son Mémoire sur la cristallisation et la structure intérieure du quartz (1856) Des Cloizeaux a, le premier, signalé une série de plagièdres de la zone $e^{\frac{1}{2}}se^2$, qui modifient les arêtes culminantes de la pyramide hexagonale. Le premier terme de cette série, dont il a indiqué plusieurs, est celui qu'il a désigné par la lettre β; ses notations, en symboles de Lévy et de Bravais, sont $\left(d^{\frac{7}{20}}d^{\frac{1}{2}}b^1\right) = (27\bar{9}9)$. Ce savant a rencontré cette forme notamment sur certains cristaux de quartz hyalin associés à la calcite, à la dolomie et à la célestine dans les géodes des marnes de l'oxfordien moyen de Meylan, aux environs de Grenoble.

» En étudiant des cristaux de cette localité, que je dois à l'amitié de M. Léon de Mortillet, j'ai reconnu qu'ils présentent des formes nombreuses, parmi lesquelles plusieurs nouvelles, et, en particulier, celles qui modifient les arêtes $pe^{\frac{1}{2}}$, autrement dit, des trapézoèdres du premier ordre, supérieurs à la face rhombe s.

» Des Cloizeaux avait déterminé les suivantes :

» a. Entre $e^{\frac{1}{2}}$ et l'isoscéloèdre $\xi(11\bar{2}2)$:

$$\beta\left(d^{\frac{7}{20}}d^{\frac{1}{2}}b^1\right),\quad \gamma_2\left(d^{\frac{7}{23}}d^{\frac{1}{2}}b^1\right),\quad \gamma_1\left(d^{\frac{2}{7}}d^{\frac{1}{2}}b^1\right);$$

» *b*. Entre ξ et p :

$$\gamma\left(d^{\frac{1}{8}}d^{\frac{1}{2}}b^{1}\right),\quad \mathrm{H}_2\left(d^{1\frac{1}{4}}d^{\frac{1}{2}}b^{1}\right),\quad \mathrm{H}_1\left(d^{1\frac{1}{4}}d^{\frac{1}{2}}b^{1}\right),\quad \mathrm{H}\left(d^{1\frac{1}{7}}d^{\frac{1}{2}}b^{1}\right).$$

» En 1856 également, Websky (*Pogg. Ann.*) donna une liste de dix plagièdres de même nature; ce savant les désigne par la lettre *d* avec un indice variant de 1 à 10. De ces dix plagièdres, deux seuls sont regardés comme certains par Goldschmidt (*Index d. Krystallf. d. Min.*), savoir : d_1 et d_3, qui ne sont autres, respectivement, que γ et H_2 de Des Cloizeaux.

» Vom Rath, d'autre part, reconnut un autre plagièdre sur un cristal de quartz de Zöptau, en Moravie; il le note $\gamma_{''}$ (*Zeitschr. Kryst.;* 1881), en symbole Bravais $(8.3.\overline{11}.11)$. La même année, ce savant retrouva β et γ_1 de Des Cloizeaux sur un beau cristal de Dissentis. Puis, dans une étude des cristaux de quartz de la Caroline du Nord, il signale quatre nouvelles formes qu'il désigne par les lettres γ_2, β, β_1, β_2, et dont les notations sont respectivement $(12.1.\overline{13}.13)$, $(23\bar{5}5)$, $(13\bar{4}4)$, $(15\bar{6}6)$. Notons que vom Rath a employé ici les lettres γ_2 et β, déjà prises par Des Cloizeaux pour deux autres formes différentes.

» G. Cesàro a, de son côté, reconnu la face β de Des Cloizeaux sur quelques cristaux de quartz trouvés dans les fentes du grès houiller de Sarolay (Belgique) (*Ann. de la Soc. géol. de Belgique,* t. XVII; *Mémoires,* 1890).

» Enfin, récemment M. Termier a décrit (*Bull. de la Soc. franç. de Min.;* 1895) un curieux cristal de quartz de Grindelwald, où, entre autres formes, il signale un nouveau trapézoèdre de premier ordre, qu'il désigne par la lettre ξ_1, et dont le symbole est $(34\bar{7}7)$.

» En somme, jusqu'à présent, nous trouvons, en y comprenant l'isosceloèdre ξ, une série de quatorze plagièdres connus.

» J'ai pu en déterminer sept autres nouveaux sur les cristaux de Meylan; ce sont :

$$\mathrm{H}_4(32.15.\overline{47}.47),\ \mathrm{H}_5(43\bar{7}7),\ \mathrm{H}_6(13.12.\overline{25}.25),\ \xi_2(35\bar{8}8),$$
$$\xi_3(8.15.\overline{23}.23),\ \beta_5(2.15.\overline{17}.17)\quad\text{et}\quad \beta_6(1.15.\overline{16}.16).$$

» Sur ces mêmes cristaux j'ai d'ailleurs retrouvé H_2 et β de Des Cloizeaux et $\gamma_{''}$, β, β_1 et β_2 de vom Rath.

» Indépendamment de ces vingt et une faces nouvelles ou déjà connues, j'ai observé, sur les arêtes inférieures e^2s ou $e^{\frac{1}{2}}s$ de la zone, un certain

nombre d'autres formes, dont les cinq suivantes nouvelles, savoir ;

$t_8(86.3.\overline{89}.86)$, $t'_3(72\overline{9}7)$, $T_3(11.6.\overline{17}.11)$, $T_2(22.15.\overline{37}.22)$,

$T_0(19.15.\overline{34}.19)$, toutes comprises entre p et s.

» J'ai reconnu, en outre, $t(32\overline{5}3)$ et $T(43\overline{7}4)$ de vom Rath et la face rhombe $s(11\overline{2}1)$. De plus, entre s et e^2, j'ai observé

$$\varepsilon(12\overline{3}1) \quad \text{et} \quad q(3.8.\overline{11}.3)$$

déjà connues.

» Entre $e^{\frac{1}{2}}$ et s je n'ai déterminé que $\sigma_3(5.7.\overline{12}.7)$ de Des Cloizeaux regardée par ce savant lui-même comme très douteuse.

» Aux trente-deux trapézoèdres précédents il faut ajouter encore onze rhomboèdres, dont six directs : $p(10\overline{1}1)$, $e^7(80\overline{8}5)$, celui-ci nouveau; $e^{\frac{21}{5}}(26.0.\overline{26}.11)$ regardé par Des Cloizeaux comme très douteux,

$$e^{\frac{31}{10}}(41.0.\overline{41}.11)$$

également nouveau, $e^3(40\overline{4}1)$ et $e^{\frac{11}{4}}(50\overline{5}1)$, rare ;

» Et cinq inverses : $e^{\frac{1}{2}}(01\overline{1}1)$, $e^{\frac{4}{7}}(0.11.\overline{11}.10)$ nouveau, $e^{\frac{19}{20}}(0.39.\overline{39}.21)$, regardé comme très douteux par Des Cloizeaux, $e^{\frac{3}{2}}(05\overline{5}1)$ et $e^{\frac{19}{11}}(0.10.\overline{10}.1)$, également regardé comme très douteux par Des Cloizeaux ;

» Enfin le protoprisme $e^2(10\overline{1}0)$.

» En terminant ce résumé très succinct d'une étude que je me propose de poursuivre, je ferai remarquer que les quarante-quatre formes, dont quinze nouvelles, dont je viens de donner la liste, ont été observées sur une trentaine de cristaux seulement. Il est probable qu'une étude ultérieure accroîtra encore ce nombre. Les cristaux de Meylan n'offrent donc pas moins d'intérêt, au point de vue cristallographique, que ceux du comté d'Alexander ou du comté de Burke, que vom Rath estimait les plus remarquables de l'espèce.

Tableau des principales incidences des faces nouvelles.

	Calculées.	Observées.
pH_4	165°.39	165°.29
pH_5	160.22	160.21

	Calculées.	Observées.
pH_6	157°.51′	157°.43′
$p\xi_2$	150.37	150.32
$p\xi_3$	149.28	149.45
$p\beta_5$	138.47	138.25
$p\beta_6$	136.23	136.27
pt_3	178.35	178.35
pt'_3	169.16	169. 6
pT_3	161.22	161.15
pT_2	157.51	157.56
pT_0	155.22	155.10
pe^7	168. 1	168.19
$pe^{\frac{31}{10}}$	153.43	154. 2
$e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{4}{7}}$	177.27	177.33

BOTANIQUE. — *De la fécondation directe chez quelques plantes dont les fleurs semblent adaptées à la fécondation croisée.* Note de M. **C. Gerber**, présentée par M. Chatin.

« Les fleurs des Cistes sont très grandes, d'une belle couleur rose ou blanche. Situées à l'extrémité des branches d'un arbrisseau assez élevé, elles sont visibles d'assez loin; aussi, quiconque aperçoit une colline couverte de Cistes ne peut s'empêcher de penser que ces belles fleurs ont revêtu leur robe éclatante pour attirer les insectes, afin d'assurer l'acte essentiel de la fécondation. Séduit par les apparences, il ne songera peut-être pas à se demander où sont les insectes auxquels la fleur semble faire fête. Or, comme nous l'avons souvent observé dans nos herborisations, il existait, cette année, quelques Cistes en fleurs, dès la fin février. En mars et en avril, leurs corolles embellissaient les collines des environs de Marseilles, et cependant bien peu d'insectes étaient dans les airs. Ceux-ci n'existaient pas encore sous la forme ailée, utile à l'accomplissement de l'acte de la pollinisation. Pour ces fleurs, on le voit, il est difficile d'admettre que la beauté et la grandeur des pétales aient pour résultat d'assurer une fécondation par les insectes. Que plus tard, en mai, il en soit ainsi, la chose est possible; mais nous ferons observer qu'à ce moment-là on peut déjà récolter beaucoup de fruits presque mûrs provenant des fleurs écloses en mars et en avril.

» L'hypothèse d'une fécondation directe se présente donc à l'esprit, et

nous allons voir qu'il existe un dispositif spécial assurant cette fécondation.

» Si nous faisons éclore une fleur de *Cistus albidus* L., à l'abri du vent, on constate que, pendant les quelques heures où la fleur est épanouie, la surface stigmatique demeure blanche, sans aucun grain de pollen. Pourtant les anthères sont ouvertes; mais comme les étamines sont un peu plus courtes que le pistil et que la fleur est dirigée vers le ciel, le pollen semble avoir besoin de l'intervention du vent ou des insectes pour arriver jusqu'aux papilles stigmatiques. Il n'en est rien. *C'est le calice qui est chargé de ce soin.* En effet, au bout de huit à quatorze heures, l'un des trois sépales internes se relève brusquement et l'on voit les deux pétales qui sont insérés en face, se redresser avec rapidité et tomber, à un intervalle de quelques secondes, comme poussés par un ressort. La fleur offre alors, et cela pendant près de dix minutes, deux lèvres : l'une verticale, formée par le sépale redressé, l'autre horizontale formée par les trois pétales restants et les quatre pièces vertes extérieures à la corolle.

» Au bout de ce temps, un second sépale interne, celui que le premier recouvrait à moitié (les trois sépales internes sont en préfloraison imbriquée), se comporte comme lui; il se redresse et le pétale qui lui est opposé tombe brusquement comme les deux premiers. Pendant dix minutes, la fleur présente, à sa lèvre supérieure, deux sépales et, à sa lèvre inférieure, deux pétales et trois pièces vertes. Après ce nouveau temps de repos, le troisième sépale imbriqué se comporte comme les deux précédents et l'on observe la chute des deux derniers pétales, à quelques secondes d'intervalle. La corolle est donc tombée suivant le rythme :

2 pétales, repos de dix minutes, 1 pétale, repos de dix minutes, 2 pétales.

» Les trois sépales reprennent bientôt la disposition qu'ils avaient dans le bouton floral; ils appliquent fortement les étamines contre le pistil, et comme le filet de celle-ci s'est allongé pendant la durée de l'épanouissement de la corolle, les anthères recouvrent le style et le stigmate sur lequel elles répandent leur pollen.

» Si nous examinons une fleur de *Cistus albidus* L. quinze jours après sa fermeture, nous voyons que les trois sépales internes n'ont pas cessé de recouvrir le pistil. Si on les déchire, car on ne peut les enlever autrement, on remarque qu'ils serrent fortement le jeune fruit à demi mûr et de la grosseur d'une petite noisette. La partie supérieure de ce fruit est recouverte d'une coiffe formée par les étamines qui, réunies par les anthères au-dessus du stigmate flétri, ont leurs filets aplatis, accolés les uns avec les

autres, écrasés et moulés contre la surface du fruit. Au bas de celui-ci, on remarque les cicatrices d'insertion des étamines. On ne peut expliquer la situation de ces dernières qu'en admettant que, réunies au moment de la fermeture du calice en une calotte, grâce à la pression des sépales contre le pistil, cette calotte accompagne l'ovaire grossissant et s'élevant. Il en résulte une traction sur les filets et ceux-ci se rompent à leur point d'intersection sur le réceptacle.

» Ainsi : *La fermeture du calice a spécialement pour effet d'assurer la fécondation directe des Cistes.*

» Nous avons observé les mêmes faits sur *C. salvifolius* L. et il est probable que *C. hirsutus* Lam. et *C. villosus* L. se comportent de la même façon, puisque, d'après Ascherson, leurs fruits présentent la même calotte staminale.

» Nous avons étudié, dans un Mémoire spécial (1), d'une façon complète, un certain nombre de faits qui se rattachent à la fécondation directe des Cistes. C'est ainsi que nous avons déterminé les causes de la fermeture du calice et la nature de ce mouvement ; l'Anatomie microscopique, d'autre part, est venue se joindre à la Physiologie, pour nous permettre de distinguer les cinq pièces vertes qui entourent la corolle, en sépales et bractées, etc.

» Nous allons, dans le résumé suivant, donner les conclusions de ces recherches et celles de la Note présente :

» 1° Les Cistes présentent un calice qui tend, grâce à sa structure spéciale, à rester appliqué contre l'ovaire obligé, au moment de l'épanouissement de la fleur, de s'écarter par suite de la turgescence de la base de la corolle; il se ferme bientôt, mécaniquement, comme une lame élastique qui revient à sa position d'équilibre, aussitôt que cette turgescence diminue; en ce faisant, il expulse les pétales suivant un rythme particulier.

» 2° Le calice n'est formé que de trois pièces; les deux folioles vertes externes doivent être considérées avec Willkomm et contrairement à l'opinion de Linné, Lamarck, de Candolle, Spach, Payer, Planchon, Baillon, etc., comme des bractées correspondant aux deux petites bractées qui accompagnent les trois sépales de la plupart des Hélianthèmes. Elles constituent un involucre uniflore comparable à l'involucre de l'*Anemone hepatica*.

» 3° Grâce à la pression que le calice exerce, en se fermant, sur les

(1) *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. IX, 1898.

étamines, la fécondation directe est assurée, même dans le cas où une pollinisation étrangère se serait produite pendant le temps relativement court où la fleur est restée épanouie. Aussi, est-il permis de dire que les fleurs chasmogames des Cistes n'obéissent qu'en apparence et pour mémoire à la loi de la dichogamie, et qu'elles deviennent de véritables fleurs cleistogames après la fermeture du calice.

» 4° Ainsi donc : la grandeur, la beauté, la couleur et l'éclat des fleurs ne constituent pas toujours une preuve de l'adaptation des plantes à la pollinisation par les insectes. Cette conclusion vient à l'appui des belles recherches de M. G. Bonnier (1) et de l'observation de M. Plateau (2) que « ni la forme, ni les couleurs vives des fleurs ne semblent avoir de rôle » attractif important. »

GÉOLOGIE. — *Un plissement remarquable à l'ouest du Massif central de la France.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel Lévy.

« On sait que le bord sud-ouest du Massif central de la France est découpé, comme à l'emporte-pièce, sur une longueur de 250^{km} environ, par un système de failles (failles limites) faisant buter les terrains primaires et secondaires, bassin de l'Aquitaine, contre les roches cristallines. Le Massif central présente donc, sur cette étendue, tous les caractères d'un horst et le bassin de l'Aquitaine celui d'un bassin d'effondrement.

» Comment se comportent, au point de vue tectonique, les terrains primaires et secondaires à l'intérieur de ce bassin? Cette Note a pour but de fournir une première solution à cette question.

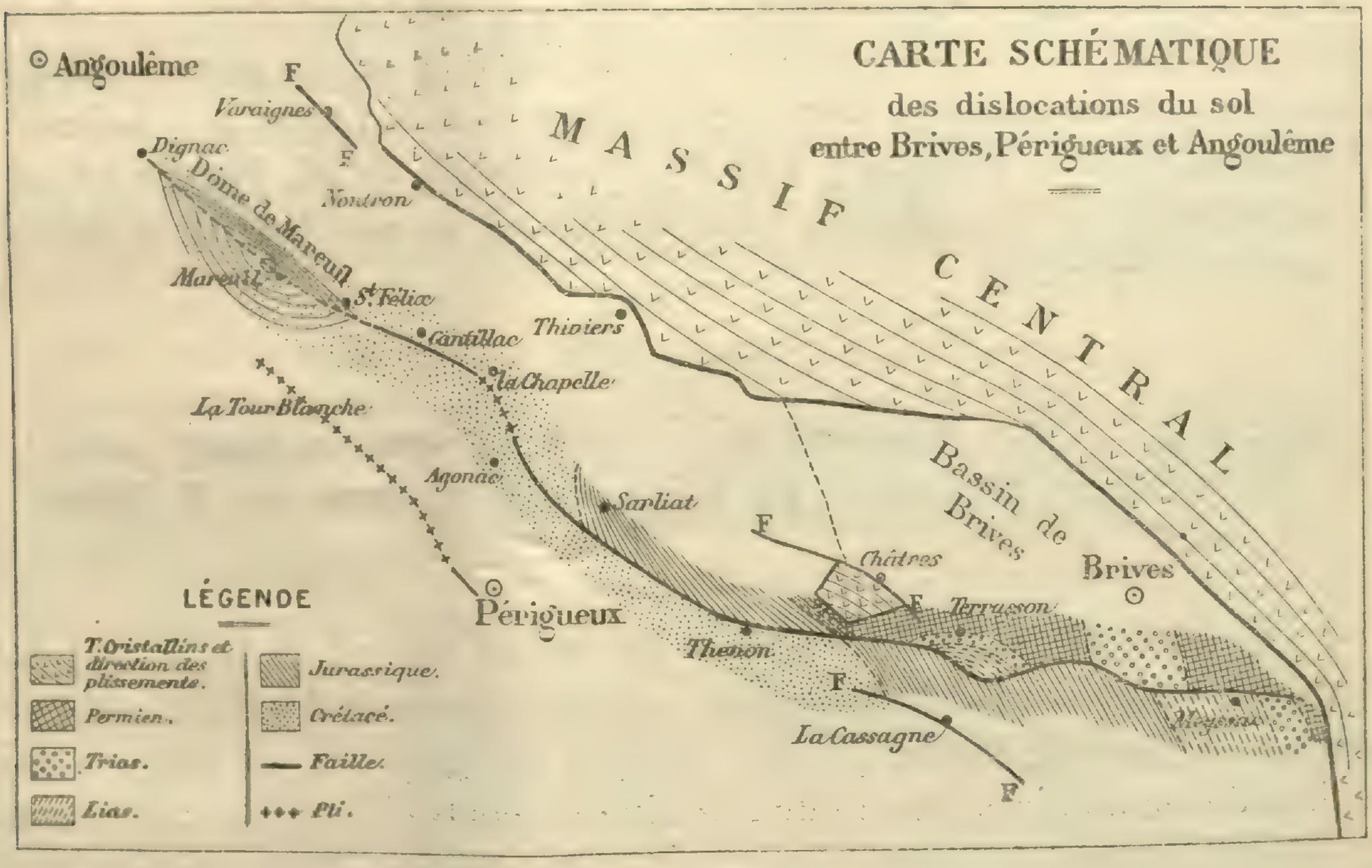
» D'une façon générale, les couches sédimentaires, à partir du Massif central, plongent vers le sud-ouest sous une inclinaison assez faible. Mais par suite de plis ou de failles ces couches réapparaissent plusieurs fois à des distances différentes du bord cristallin. Le plus important des plissements que l'on trouve après les failles limites est celui que j'appellerai le *pli de Mareuil* (Dordogne)-*Meyssac* (Corrèze), du nom des deux localités les plus importantes qui se trouvent sur son parcours.

» Ce pli, qui a 140^{km} de long environ, est sensiblement parallèle, sur une grande

(1) G. Bonnier, *Les Nectaires* (*Ann. des Sc. nat.*, 6e série, t. VIII, p. 49 et 55).
(2) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e série, t. XXXIV, p. 878; 1897.

partie de son étendue, aux failles limites du Massif central. Il passe à 8km au sud de Brives, à 9km au nord-ouest de Périgueux et je l'ai suivi jusqu'à Dignac, à 14km au sud-est d'Angoulème.

» Le pli de Mareuil-Meyssac s'est résolu en faille sur près de 100km. Cette faille a d'abord été étudiée, avec grands détails, par M. Mouret, entre Meyssac et Sarliat (Dordogne). Mes études montrent qu'elle résulte de la rupture d'un anticlinal parallèlement à son axe.



» La faille débute à quelques kilomètres des failles limites; sa direction fait un angle de 50° avec ces dernières, plus à l'ouest elle tend à prendre une direction parallèle. A partir de ce point, jusqu'à Saint-Front d'Alemps (Dordogne), en passant par Thenon, le Change, les Pyles (Dordogne), ce sont les terrains situés au nord-est de la faille qui sont affaissés par rapport à ceux qui affleurent au sud-ouest. C'est d'abord, d'une façon très générale, le Permien qui bute contre le Trias, l'Infra-Lias, le Lias inférieur et le Lias moyen; puis les différents étages du Lias viennent en contact avec le Bajocien et le Bathonien, et à partir des environs de La Bachellerie, c'est le Bajocien et le Bathonien qui butent contre les divers termes du Crétacé. Près de Sarliat, les étages du Crétacé vont buter les uns contre les autres : le Ligérien contre le Santonien, l'Angoumien contre le Campanien, etc.; en un mot, tous les terrains primaires et secondaires de l'Aquitaine : Houiller, Permien, Trias, Lias, Jurassique, Crétacé sont intéressés par la faille.

» La dénivellation produite par cette cassure atteint 400m au sud de Brives; mais elle diminue de plus en plus vers le nord-ouest et à La Chapelle-Faucher (Dordogne) les deux lèvres de la faille se rejoignent et elle se résout, sur une faible étendue, en un anticlinal; puis, le pli étant trop aigu se rompt de nouveau, et une nouvelle faille réapparaît entre Champagnac-de-Bélair et Cantillac, mais à l'inverse de ce qui avait

lieu primitivement, c'est la lèvre nord de la faille qui est affaissée par rapport à la lèvre sud.

» Près de Saint-Félix-de-Bourdeilles, il se produit un changement d'allure des couches des plus curieux, puisque le pli faille se continue vers Mareuil et Dignac, sur 30^{km}, en un *dôme allongé* qui rappelle beaucoup, quoique plus petit, le pays de Bray.

» Ce dôme, dont le centre est à la côte, fait réapparaître, là où devrait normalement affleurer le Santonien et le Campanien, non seulement *tous les termes du Crétacé de l'Aquitaine,* mais aussi le Virgulien à *Ammonites orthocera* et *Ostrea virgula* qui constitue le noyau du dôme. Le plongement des couches autour de ce noyau est très différent au nord-est et au sud-ouest. Il est de 5° à 10° en moyenne vers le sud-est; aussi les divers étages du Crétacé s'étalent-ils assez largement; au nord-est, au contraire, le plongement est considérable puisqu'il atteint 80°, ce qui permet *au Virgulien et au Crétacé complet d'affleurer sur* 1^{km}, alors que ces terrains s'étendent dans le bassin sur une largeur de plus de 50^{km}.

» L'étude de la dislocation de Mareuil-Meyssac permet de comprendre sa genèse, puisque nous voyons passer une faille à un pli aigu et à un dôme allongé. On peut la concevoir comme un grand pli anticlinal produit par un refoulement venant du sud-ouest. Au sud de Brives, le pli, très rapproché du massif cristallin qui servait de butoir, est devenu trop aigu et s'est converti en une faille ayant amené un rejet considérable (400^{m}).

» Après Terrasson, le refoulement ayant été moins intense, la dénivellation a été moins grande (50^{m} à 80^{m}). A la Chapelle-Faucher l'anticlinal normal réapparaît, puis il se brise de nouveau plus à l'ouest, parallèlement à son axe, mais l'affaissement ainsi produit ne dépasse guère 50^{m}.

» Vers Mareuil, comme on se rapproche du sud du détroit poitevin et que l'on s'éloigne du Massif central qui constituait un massif résistant pour la formation des plis, le refoulement a été moins marqué et le pli s'est transformé en un dôme allongé avec toutefois un plongement très accentué (80°) des couches sur le flanc nord-ouest de ce dôme.

» On peut conclure de ces faits : que l'effondrement produit par la faille de Meyssac résulte d'un refoulement horizontal, contrairement à ce que l'on pensait. L'affaissement serait dû à la rupture d'un pli trop aigu et non à une simple descente verticale, à un tassement des couches. Les *failles limites du Massif central paraissent avoir la même origine,* car leur direction, ainsi que l'a montré M. Mouret, jalonne celle des couches cristallines. Le bord de ce Massif, dans cette région, ne présenterait donc pas, comme on le conçoit, le caractère des horsts.

» Ainsi les *failles limites, le pli complexe* (faille, anticlinal et dôme) *de Mareuil-Meyssac, les autres plissements et failles étudiés dans la même région* (failles des Châtres, de La Cassagne, de Varaigne, pli de la Tour-Blanche), *d'âge vraisemblablement antéoligocène, ont la même direction géné-*

rale que les plis hercyniens du Massif central. Ces plis et ces failles semblent également correspondre aux plis hercyniens du sud de la Bretagne. »

GÉOLOGIE. — *Sur de nouvelles sources de pétrole au Caucase.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. de Lapparent.

« Une importante découverte géologique a été récemment faite dans le Caucase occidental, aux environs d'Anaclie, bourg qui se trouve près de l'embouchure de l'Ingour dans la mer Noire : on y a trouvé des sources de naphte. La terre qui contient cette huile minérale appartient au prince de Mingrélie, et le droit d'exploitation à un capitaliste de Moscou, M. Mindowsky. Les recherches géologiques qui aboutirent à la découverte étaient menées par MM. Young et Tzouloukidzé, dont le premier est représentant d'une maison de banque française, et l'autre ingénieur des mines russe.

» Le 2/14 mai, ces deux explorateurs ont commencé leurs travaux de terrassement et bientôt ils ont trouvé les couches de sable imbibées de naphte. La surface de l'eau qui se dégageait pendant les travaux fut bientôt couverte de naphte liquide.

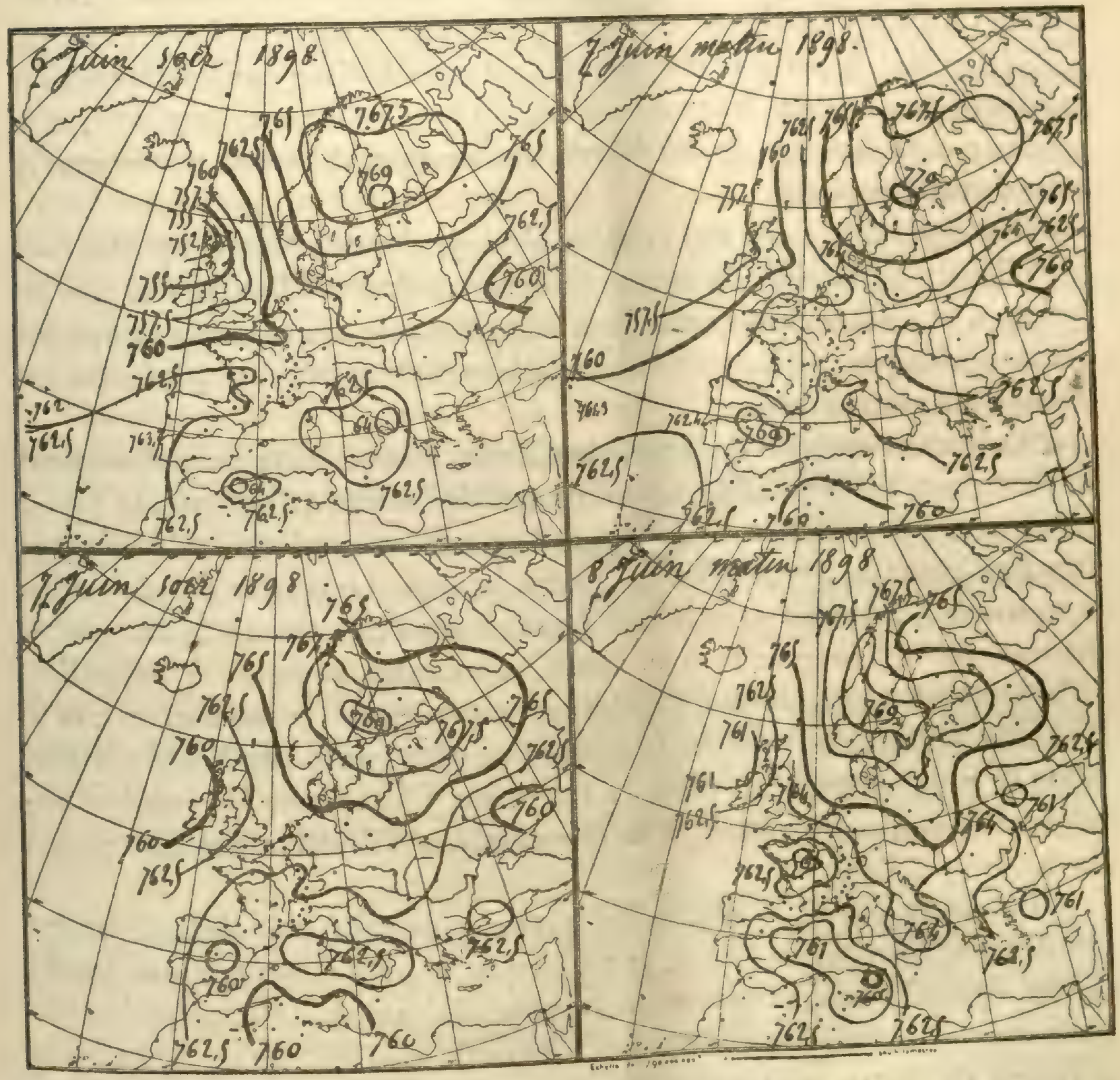
» Selon le rapport des deux explorateurs, il a été décidé de commencer immédiatement le forage du terrain et ensuite l'exploitation du pétrole, comme à Bakou, dont Anaclie deviendra sans retard un concurrent heureux, car c'est un port de la mer Noire et non de la mer Caspienne, séparée de l'Europe par toute la largeur du Caucase (900^{km}). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Situation atmosphérique au moment de l'ascension des ballons-sondes. Transition entre la période des cyclones (hiver) et celle des orages (été).* Note de M. **H. Tarry**.

« Des ascensions internationales de ballons-sondes ayant eu lieu en diverses villes d'Europe le 8 juin au matin, il était intéressant d'étudier la situation de l'atmosphère à cette date, en traçant à la surface de notre continent des courbes isobares assez précises et assez rapprochées pour qu'on pût se rendre compte de la disposition et du mouvement des couches que ces ballons devaient rencontrer.

» Les diagrammes ci-dessous donnent le tracé des isobares, de $2^{mm},5$ en $2^{mm},5$, le 8 au matin, et de douze en douze heures depuis le 6 juin.

Bien que ces Cartes aient été établies avec les seules observations publiées dans le *Bulletin international du Bureau central météorologique*, il est facile de voir que l'atmosphère était dans un état de calme inusité.



Commencement de la période des orages, trombes et tornades le 7 juin 1898.

» Il est même à remarquer que le 7 juin, veille de la date choisie pour les ascensions, marque précisément le point de démarcation entre la saison des cyclones, qui a lieu de novembre à mai, et la saison des orages et des trombes, qui caractérise la période d'été, de mai à octobre.

» Dans nos climats tempérés, de même que dans les climats tropicaux ou équatoriaux, on peut distinguer dans l'année deux périodes ayant des caractères absolument tranchés : les cyclones, qui caractérisent la période

d'hiver, étant d'immenses dépressions barométriques de plusieurs milliers de kilomètres de diamètre, parcourant l'Europe d'une extrémité à l'autre, tandis que les orages ne balayent que des surfaces de quelques dizaines de kilomètres de large, s'étendant sur quelques départements seulement, et les trombes n'ont qu'un diamètre de quelques dizaines ou centaines de mètres.

» Selon moi, la période des cyclones est caractérisée par les dépressions barométriques faisant descendre le baromètre *au-dessous de* 750^{mm}, et la première et la dernière de ces dépressions marquent le commencement et la fin de cette période.

» En 1898, la période des cyclones s'est prolongée beaucoup plus tard que d'habitude; le mois de mai a été continuellement bouleversé par les cyclones, et c'est la cause *exclusive* et incontestable des mauvais temps qui ont caractérisé ce mois et de la quantité exceptionnelle de pluie qui est tombée sur nos contrées.

» Le dernier cyclone de la période d'hiver, faisant suite immédiatement au précédent, a attaqué l'Europe en venant de l'océan Atlantique, le 3 juin, le baromètre descendant à 749^{mm}, 8 le 3 au soir au nord-ouest de l'Écosse, avec une baisse de 5^{mm}, 8 en vingt-quatre heures. Le centre de ce cyclone se trouve le 4 à Stornoway; le 5, il descend sur l'Irlande où le baromètre marque 748^{mm}, 5 le soir; le 6 au matin, son centre remonte à Belmullet, (750^{mm}, 8) au nord-ouest de l'Irlande; notre Carte le montre revenu le 6 au soir à Stornoway; enfin la dépression rétrograde sur l'océan Atlantique le 7, et ne reparaît plus. La Carte du 7 juin, avec les courbes isobares ci-dessus, a été remise à M. Hermite, à la Villette, avant l'ascension du 8.

» Depuis le 7 juin, le régime des hautes pressions s'est définitivement installé sur l'Europe, où l'on ne voit plus que de petites dépressions secondaires, éparpillées en plusieurs points et produisant de tous côtés les violents orages, accompagnés de crues subites de rivières, qu'on a observées à l'ouest de notre continent et notamment en France. C'est un de ces orages qui a empêché le *Balaschoff* de s'élever dans les hautes régions; il accompagnait la petite dépression barométrique qui avait précisément son centre à Paris au moment même de l'ascension. Ce sont des particularités de détail dans l'étude des grands mouvements de l'atmosphère, qu'il est impossible de saisir lorsqu'on se borne à tracer de 5^{mm} en 5^{mm} les courbes d'égale pression barométrique; du reste les Cartes météorologiques du *Meteorological Office* de Londres donnent ces courbes de dixième de pouce en dixième de pouce, ce qui correspond à 2^{mm}, 54. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Enregistrement des décharges électriques atmosphériques.* Note de M. **Ducretet**.

« Je viens d'avoir l'occasion d'enregistrer des décharges atmosphériques au récepteur d'un poste de *télégraphie hertzienne sans fil* installé chez moi. Le mât s'élève au-dessus du sol à une hauteur de 26^{m} (l'altitude du sol est d'environ 55^{m}). Ce mât domine les maisons voisines et se voit de très loin. Le fil conducteur, isolé, fixé à l'extrémité de ce mât, a 32^{m} de longueur; ce collecteur des ondes électriques pénètre dans mon laboratoire et il est relié à une des électrodes du *radioconducteur Branly* du poste récepteur, l'autre électrode est mise à la terre.

» Hier samedi, de 2^{h}30^{m} à 3^{h}40^{m} de l'après-midi, au moment de l'orage, mon *récepteur automatique* a inscrit 311 *décharges atmosphériques intermittentes*, au fur et à mesure de leur présence sur le *mât collecteur*. Ces décharges étaient enregistrées *avant* l'apparition de l'éclair et le bruit du tonnerre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Ascensions aérostatiques internationales du 8 juin.* Note de M. **W. de Fonvielle**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« *A Paris* trois ascensions ont été faites : l'aérophile n° 3, parti à 2^{h}30^{m} de l'usine à gaz de la Villette, a été trouvé le matin à Magny (Seine-et-Oise).

» Les instruments étaient intacts, mais les paysans ont, pour nettoyer le cylindre de l'un des enregistreurs, enlevé le noir de fumée sur lequel s'inscrivaient les courbes. Un second cylindre est intact.

» L'aérophile n° 4, parti à 10^{h}5^{m}, est arrivé à Vernum, en Westphalie, à 4^{h} du soir.

» Les instruments qu'il portait sont intacts. La hauteur à laquelle il est parvenu est de 15000^{m} à 16000^{m} et la température de —64° C.

» Le ballon monté *Balaschoff* est parti à 11^{h}5^{m} et est descendu vers 2^{h} à Verpilliers près de Roye. Il est parvenu à la hauteur de 2300^{m}.

» *A Bruxelles* le ballon *l'Aurore,* parti le matin du parc Léopold, est descendu près d'Ostende, après avoir atteint une altitude de 3950^{m}.

» *A Strasbourg* le ballon-sonde est parti à 8^{h}30^{m} de l'esplanade de Steinthor, et s'est éloigné dans la direction du nord. Il a été retrouvé près de Saint-Martin, dans la Haute-Autriche, cercle de l'Inn, après s'être élevé à une hauteur de 11^{km}, où il a constaté une température de —50°.

» Le ballon monté est parti à 9^{h} et est descendu à 12^{h}35^{m} à Wittersheim, en Lorraine après s'être élevé à 1600^{m}, où il a trouvé une température de +12°.

» *A Vienne* le ballon-sonde *Falke,* lancé de l'arsenal, a crevé au départ; le même accident est arrivé à un ballon monté par deux officiers qni n'ont pas été blessés.

» Deux autres ballons montés se sont élevés à 2000^{m} et à 2500^{m}.

» Une cinquième ascension d'un ballon monté a eu lieu à l'Exposition. Cet aérostat s'est élevé à 4500^{m}, obtenant une température minimum de — 8°.

» Les trois ballons partis de Vienne ont commencé par se diriger vers l'ouest, puis ils ont changé de direction et se sont tous dirigés vers l'est où s'est terminé leur voyage.

» *A Berlin* un ballon-sonde a été lancé, ainsi que quatre ballons montés, qui se sont élevés respectivement à 5500^{m}, 5200^{m}, 4200^{m} et 2800^{m}.

» A 5500^{m} on a observé une température de —14°. A 4200^{m} elle était un peu plus basse, —15°. Les deux autres minima ont été respectivement de —8° et de 0°. On n'a pas encore de nouvelles du ballon-sonde.

» *A Saint-Pétersbourg*, suivant les avis de Berlin, un ballon-sonde se serait élevé à 9000^{m} et un ballon monté à 4500^{m}. Ce dernier est descendu à 30^{km} de son point de départ après être resté plusieurs heures en l'air.

» *A Munich,* on a lancé deux ballons montés. L'*Academie,* parti à 9^{h} 16^{m}, s'est élevé à 4700^{m}. L'*Ibis,* parti à 10^{h} 6^{m}, est parvenu à 3750^{m}. Comme ceux de Vienne, ces deux ballons ont commencé à se diriger vers l'ouest, puis ils ont changé brusquement de direction et ont voyagé vers l'est jusqu'à l'atterrissage. Quoique partis à une heure d'intervalle, les deux ballons ne se sont presque jamais perdus de vue jusqu'à l'atterrissage qui a eu lieu à 1^{h} 23^{m} pour le premier et 2^{h} 43^{m} pour le second.

» On n'attend plus de nouvelles que du ballon monté de Varsovie et du ballon-sonde de Berlin. On ne sait pas encore si Rome a pris part aux opérations aérostatiques de la journée du 8 juin, comme il en avait été question. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Résultats sommaires des ascensions de trois ballons-sondes exécutées à Trappes*. Note de M. **L. Teisserenc de Bort**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Trois ballons-sondes, réglés de façon à explorer des régions différentes de l'atmosphère, ont été lancés par nos soins à l'observatoire de Météorologie dynamique, le 8 juin.

» Le premier est parti de Trappes à 3^{h} 3^{m} du matin et s'est élevé à une altitude d'environ 12500^{m}, où il a trouvé une température de — 60°; emporté par le courant supérieur des cirrus qui venaient du sud-35°-ouest, il est tombé à 160^{km}, près de Saint-Quentin, à 6^{h} 43^{m}.

» Le deuxième a été lancé à 4^{h} 55^{m}, s'est élevé à 9000^{m}, où la température était de — 42°, pour tomber au nord, dans l'Oise, à 90^{km} de Trappes.

» Le troisième, parti à 7^{h} 55^{m}, est monté à 6800^{m}, où la température était de —21°, et descendu à Omenville, à 50^{km} au nord-nord-ouest de Trappes, suivant ainsi une trajectoire intermédiaire entre celle du vent inférieur qui soufflait de l'est-sud-est et celle du courant supérieur venant du sud-ouest.

» Les instruments, revenus en parfait état, sont l'objet de nouvelles comparaisons pour contrôler celles qui ont été faites la veille du départ, et les courbes tracées permettront d'établir la marche des températures à diverses hauteurs à trois périodes différentes du jour.

» La présence d'une couche de nuages, à 5^h et à 8^h, n'a pas permis de poursuivre la détermination de la hauteur des ballons par des visées directes simultanées faites de deux stations au delà de 3500^m d'altitude. »

M. **J. Peroche** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Les balancements polaires et les observations astronomiques ».

M. **G. Perry** adresse une Note intitulée : « De la Géométrie à quatre variables en Biologie ».

M. **J.-J. Andeer** adresse une Note intitulée : « Recherches sur les ostioles du système cérébro-spinal ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 juin 1898.

(*Suite.*)

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. Président : M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines. N° 5. Mai 1898. Paris, V^ve^ Ch. Dunod, 1898; 1 fasc. in-4°.

Notice sur Alexis Jordan, par le D^r^ Saint-Lager. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1898; 1 broch. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Juin 1898. Paris, Ch. Bivort; 1 fasc. in-8°.

Préfecture de la Seine. Direction des Affaires municipales. Tableaux mensuels

de Statistique municipale de la Ville de Paris. Décembre 1897. N° 12. Paris, G. Masson, 1897; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : Louis Olivier, Docteur ès Sciences. 30 mai 1898. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juin 1898.

Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques, par M. Ch. Méray, Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894-1895-1897-1898; 4 vol. grand in-8°. (Présentés par M. Darboux.)

Le Cantal, par MM. Marcellin Boule et Louis Farges. Paris, Masson et C^ie^; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Gaudry.)

Société d'Histoire naturelle d'Autun. Dixième Bulletin. Paris, Doin, 1897; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Les Lapidaires de l'antiquité et du moyen âge, Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique et de l'Académie des Sciences, par F. de Mély. Tome II. Premier fascicule. Texte avec la collaboration de M. Ch.-Em. Ruelle. Paris, Ernest Leroux, 1898; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. Mouchez et F. Tisserand, publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : H. Poincaré, Président; G. Bigourdan, O. Callandreau, H. Deslandres, R. Radau. Juin 1898. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, fondée sous la direction scientifique de P. Schutzenberger. Tours, imp. Deslis frères; 1 fasc. in-8°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Des Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. / Jourdan. / Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. / Lachèse.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Feret. / Laurens. / Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. / F. Robert. / J. Robert. / Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. / Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. / Ribou-Collay.
Dijon	Lamarche. / Ratel. / Rey.
Douai	Lauverjat. / Degez.
Grenoble	Drevet. / Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. / Dombre.
Lille	Thorez. / Quarré.
Lorient	Baumal. / Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. / Georg. / Côte. / Savy. / Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Calas. / Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. / Grosjean-Maupin. / Sidot frères.
Nantes	Loiseau. / Veloppé.
Nice	Barma. / Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. / Marche.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. / Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. / Rumèbe.
Toulouse	Gimet. / Privat.
Tours	Boisselier. / Péricat. / Suppligeon.
Valenciennes	Giard. / Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. / Dames. / Friedlander et fils. / Mayer et Müller.
Berne	Schmid et Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. / Mayolez et Audiarte. / Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotcheck et Ce. / Müller (Carol).
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. / Georg. / Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. / Payot.
Leipzig	Barth. / Brockhaus. / Lorentz. / Max Rübe. / Twietmeyer.
Liège	Desoer. / Gnusé.
Londres	Dulau. / Hachette et Cie. / Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Libr. Gutenberg / Romo y Fussel. / Gonzalès e hijos. / F. Fé.
Milan	Bocca frères. / Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Prass. / Marghieri di Gin. / Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer / Stechert. / Lemcke et Buechn
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès et Mon
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. / Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin
St-Petersbourg	Zinserling. / Wolff.
Turin	Bocca frères. / Brero. / Clausen. / Rosenberg et Selli
Varsovie	Gebethner et Wo
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. / Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix..... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix..... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix..... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856..... **15**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15**

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences.

N° 24.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 13 juin 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. d'Arsonval. — L'air liquide..... 1683

MM. H. Moissan et H. Deslandres demandent l'ouverture d'un pli cacheté contenant la Note suivante 1689

MM. H. Moissan et H. Deslandres. — Recherches spectrales sur l'air atmosphérique..... 1689

M. H. Moissan. — Observations relatives à la Communication précédente..... 1691

M. R. Blondlot. — Sur la mesure directe d'une quantité d'électricité en unités électromagnétiques; application à la construction d'un compteur d'électricité..... 1691

NOMINATIONS.

MM. Wolf, Van Tieghem, Bertrand, Berthelot, Bouchard, Duclaux, Marey, Milne-Edwards, Darboux, Moissan et Mascart sont nommés membres de la Commission chargée de présenter des candidats au prix *Leconte*..... 1696

Liste de candidats à présenter à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place vacante au Bureau des Longitudes par suite de la nomination de M. le Colonel *Bassot* à la place de Géographe : 1° M. *Lippmann*, 2° M. *Appell*..... 1696

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Charles Méray*, ayant pour titre : « Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques..... 1697

M. Paul Painlevé. — Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes..... 1697

M. R. Baire. — Sur le problème de l'intégration au point de vue des variables réelles..... 1700

M. Daniel Berthelot. — Sur le mélange des gaz..... 1703

MM. Ch. Fabry et A. Perot. — Sur l'étude des radiations du mercure et mesure de leurs longueurs d'onde..... 1706

M. H. Le Chatelier. — Sur la résistance électrique des aciers..... 1709

M. Aug. Charpentier. — Vision entoptique et sensibilité dans la tache jaune..... 1711

M. M. Vèzes. — Sur le poids atomique de l'azote..... 1714

M. R. Metzner. — Sur le poids atomique du tellure..... 1716

M. C. Hugot. — Action du sodammonium en excès sur le phosphore..... 1719

M. P. Williams. — Sur la préparation et les propriétés d'un nouveau carbure de tungstène..... 1722

MM. J. Flatau et H. Labbé. — Nouvelle méthode de séparation du géraniol et du citronnellol..... 1725

M. Balland. — Sur la composition des poissons, des crustacés et des mollusques. 1728

M. Ferdinand Gonnard. — Sur les formes cristallines du quartz des géodes de Meylan (Isère)..... 1731

M. C. Gerber. — De la fécondation directe chez quelques plantes dont les fleurs semblent adaptées à la fécondation croisée... 1734

M. Ph. Glangeaud. — Un plissement remarquable à l'ouest du Massif central de la France..... 1737

M. Venukoff. — Sur de nouvelles sources de pétrole au Caucase..... 1740

M. H. Tarry. — Situation atmosphérique au moment de l'ascension des ballons-sondes. Transition entre la période des cyclones (hiver) et celle des orages (été).. 1740

M. Ducretet. — Enregistrement des décharges électriques atmosphériques..... 1743

M. W. de Fonvielle. — Ascensions aérostatiques internationales du 8 juin..... 1743

M. L. Teisserenc de Bort. — Résultats sommaires des ascensions de trois ballons-sondes exécutées à Trappes..... 1744

M. J. Peroche adresse un Mémoire ayant pour titre : « Les balancements polaires et les observations astronomiques »..... 1745

M. G. Perry adresse une Note intitulée : « De la Géométrie à quatre variables en Biologie »..... 1745

M. J.-J. Andeer adresse une Note intitulée : « Recherches sur les ostioles du système cérébro-spinal »..... 1745

Bulletin bibliographique..... 1745

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1898

PREMIER SEMESTRE.

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 25 (20 Juin 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Acad[illegible] sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les [illegible] ports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'[illegible] que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séan[illegible] blique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des perso[illegible] qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'[illegible] démie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'[illegible] sumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires [illegible] tenus de les réduire au nombre de pages re[illegible] Membre qui fait la présentation est toujours [illegible] mais les Secrétaires ont le droit de réduire [illegible] autant qu'ils le jugent convenable, comme [illegible] pour les articles ordinaires de la correspondan[illegible] cielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être re[illegible] l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tar[illegible] jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis [illegible] le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Comp[illegible]* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte ren[illegible]* vant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux fra[illegible] teurs; il n'y a d'exception que pour les Rapp[illegible] les Instructions demandés par le Gouvernem[illegible]

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administra[illegible] un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* [illegible] l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution d[illegible] sent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance [illegible]

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 20 JUIN 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Centenaire de la fondation du Conservatoire des Arts et Métiers.

Note de M. **Laussedat.**

« Le Conservatoire des Arts et Métiers célébrera, vendredi prochain, le centenaire de sa fondation ou plutôt de son installation dans le prieuré de Saint-Martin-des-Champs.

» Cette fête ne saurait trouver indifférente l'Académie des Sciences qui, à diverses époques, a enrichi le Musée du Conservatoire en lui cédant généreusement ses collections de machines, son cabinet de Physique et une partie notable du laboratoire de Lavoisier.

» Il était de mon devoir d'inviter individuellement les membres de l'Académie et je viens, en ce moment, renouveler cette invitation en insistant sur les motifs qui doivent les engager à y répondre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Actinométrie en ballon-sonde*. Note de M. **J. Violle**.

« Le grand ballon-sonde de 465^{mc}, lancé, le 8 juin dernier, par la Commission aérostatique française, grâce à la générosité de S. A. S. le Prince de Monaco, emportait, outre les appareils de M. Cailletet et de M. Hermite, l'actinomètre enregistreur que j'ai décrit dans ma Communication du 2 novembre 1897.

» Cet actinomètre a parfaitement fonctionné; il a fourni un tracé continu très net, sur lequel se voient tous les événements de l'ascension : départ par temps sombre, traversée de nuages, arrivée en moins de trois quarts d'heure au niveau le plus élevé où le ballon plane horizontalement pendant près d'une heure, abaissement très lent durant plusieurs heures, suivi d'une descente rapide qui ramène le ballon au sol après un séjour de huit heures dans l'atmosphère.

» Pendant tout le planement, la boule noire de l'actinomètre s'est maintenue à la température constante de — 12°, supérieure d'environ 50° à celle de l'air ambiant.

» Quand l'état stationnaire de la boule est atteint, la quantité de chaleur perdue par refroidissement est égale à la quantité de chaleur reçue du Soleil. On a donc, en appelant

M la masse en eau de la boule noire,
v la vitesse du refroidissement,
q la quantité de chaleur absorbée pendant l'unité de temps par l'unité de surface,
s la section droite du faisceau des rayons incidents, l'équation

$$Mv = qs,$$

d'où l'on tirera q, si l'on connaît M, s et v.

» M et s sont des constantes instrumentales que le physicien peut mesurer exactement au laboratoire et dont il peut modifier la grandeur de façon à satisfaire à toutes les exigences du problème; v est la vitesse de refroidissement *dans les conditions actuelles*, mesurable pendant l'ascension même.

» L'ascension du 8 juin a fourni des résultats intéressants, qui ne s'accordent pas entièrement avec les idées en cours. Elle prouve que l'actinométrie tirera des sondages de l'atmosphère les avantages que nous en avions espérés pour une connaissance meilleure du rayonnement solaire et de l'absorption atmosphérique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'étude de la haute atmosphère*, par M. **L. Cailletet**.

« Le 8 juin dernier la Commission d'Aérostation de Paris, conformément à la décision prise par le Congrès international réuni récemment à Strasbourg, a procédé à l'ascension du ballon monté *Le Balaschoff* et, en outre, au lancement de deux ballons-sondes.

» S. A. S. le prince de Monaco avait bien voulu prendre à sa charge tous les frais relatifs à l'ascension de ces deux aérophiles, confiés aux soins de MM. Hermite et Besançon. L'un de ces aérophiles, d'un volume de 465^{mc}, parti des usines à gaz de La Villette à $10^h\,5^m$, est tombé vers 4^h du soir en Allemagne dans le voisinage de la frontière hollandaise, après un parcours d'environ 420^{km}; tous les appareils scientifiques emportés par ce ballon sont revenus en bon état.

» L'appareil photographique automatique, que j'ai eu l'honneur de présenter déjà à l'Académie, était fixé au-dessous du ballon et son mouvement d'horlogerie réglé de façon à obtenir des épreuves de quatre minutes et demie en quatre minutes et demie.

» L'aérophile s'est élevé avec une grande vitesse et a disparu, après quelques instants, dans l'épaisse couche de nuages qui cachaient le ciel, et peu de temps après son départ la pluie est tombée. Dans de telles conditions, il était impossible d'obtenir des épreuves du sol au-dessus duquel passait le ballon. La partie supérieure des nuages, vivement éclairée par le Soleil, a fortement impressionné la pellicule de celluloïd sensible, qui, malgré un temps de pose très court, paraît presque uniformément noire, de telle sorte que l'image du baromètre, qui doit se reproduire sur la face opposée de la pellicule photographique, a été ainsi très affaiblie. Il est facile de lire cependant les indications fournies par l'excellent baromètre holostérique construit spécialement pour ces recherches par MM. Pertuis et fils.

» Après développement, la bande de celluloïd a fourni 23 épreuves de 13×18.

Numéros des épreuves.	Temps écoulé depuis le départ.	Pressions en millimètres de mercure.
	m	mm
N° 1.....	»	»
2.....	4,5	615
3.....	9	479
4.....	13,5	368
5.....	18,5	316
6.....	22,5	218
7.....	27	168
8.....	31,5	148
9.....	36	
10.....	40,5	
11.....	45	
12.....	49,5	
13.....	54	118
14.....	58,5	
15.....	63	
16.....	67,5	
17.....	72	
18.....	76,5	120
19.....	81	»
20.....	85,5	»
21.....	90	»
22.....	94,5	»
23.....	99	128

» Les épreuves ayant été prises de quatre minutes et demie en quatre minutes et demie, on voit qu'après trente-six minutes l'aérophile a atteint la pression de 118^{mm}, qui correspond à la hauteur de 13700^{m}, la température ambiante étant de $-65°$; on voit en outre, et cette remarque est importante, que l'aérophile, arrivé à son élévation maxima, s'est déplacé horizontalement, pendant plus de quarante minutes, dans un milieu où la pression était de 118^{mm}.

» L'appareil destiné à recueillir l'air à grande hauteur, et que j'ai eu également l'honneur de faire connaître à l'Académie, n'avait pu, à raison de son poids (environ 10^{kg}), être emporté par l'aérophile. On s'est contenté de le fixer à la nacelle du *Balaschoff*. Mais la hauteur de 2300^{m}, qui n'a pu être dépassée, a permis seulement de constater que cet appareil a

bien fonctionné. Une modification, que j'ai apportée à son dispositif, empêche tout contact entre le gaz recueilli et les matières grasses employées pour lubrifier les pièces du mécanisme.

» Un tube, destiné à fixer les microrganismes de la haute atmosphère, avait été préparé à l'Institut Pasteur, sous la direction de notre éminent confrère M. Duclaux; ce tube, qui est joint à l'appareil de prise d'air, a également bien fonctionné à la hauteur insuffisante atteinte par le *Balaschoff*.

» J'ai donc tout lieu d'espérer que, dans une prochaine ascension d'un ballon-sonde, l'ensemble de ce dispositif pourra donner d'intéressants résultats. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la température d'ébullition de l'ozone liquide.* Note de M. **L. Troost.**

« MM. P. Hautefeuille et J. Chappuis ont, les premiers, obtenu, en 1882, l'ozone à l'état de liquide bleu indigo foncé (1).

» Les expériences relatives à la détermination de la température d'ébullition de ce liquide ont été exécutées en 1887 par M. Olszewski. Cet habile expérimentateur, après avoir liquéfié l'ozone dans un tube refroidi à — 184°,4 par l'oxygène liquide en ébullition sous la pression atmosphérique, a constaté (2) que l'ozone ne se vaporisait que très lentement lorsqu'on portait le tube dans l'éthylène liquide refroidi à — 140°, mais qu'il se vaporisait très rapidement quand la température de l'éthylène se rapprochait beaucoup de son point d'ébullition. Il en a conclu que la température d'ébullition de l'ozone liquide devait être voisine de — 106°. Je me suis proposé de fixer cette température avec plus de précision.

» Pour cette détermination, j'ai employé comme appareil thermométrique, un couple fer-constantan fournissant une courbe donnée par la température de la glace fondante, par les points d'ébullition du chlorure de méthyle, seul ou traversé par un rapide courant d'air, par la température du mélange d'acide carbonique solide et de chlorure de méthyle (3), par le

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1249; 1882.

(2) *Vien. Monatshefte für Chemie*, t. VIII, p. 69; 1887.

(3) Les températures étaient données, dans ces deux cas, à l'aide d'un thermomètre gradué d'après les indications du thermomètre à hydrogène.

point d'ébullition du protoxyde d'azote, par celui de l'éthylène liquide, par la température de fusion de l'éthylène solide, et par le point d'ébullition de l'oxygène liquide sous la pression atmosphérique. On pouvait, à l'aide de cet appareil, apprécier les températures à moins d'un demi-degré près.

» L'ozone était obtenu à l'aide de l'ozoniseur de M. Berthelot maintenu aux environs de — 79° par un mélange d'acide carbonique solide et de chlorure de méthyle. La liquéfaction se produisait dans un tube vertical dont la partie inférieure était immergée dans un bain d'oxygène liquide, contenu dans un récipient cylindrique en verre à double paroi, avec espace intermédiaire dans lequel on avait fait le vide de Crookes, comme le recommande M. J. Dewar.

» L'ozone se liquéfiait avant d'arriver dans la partie du tube immergée dans le bain d'oxygène liquide et en un point situé à peu près à 2^{cm} au-dessus du niveau de ce bain, grâce à la basse température qu'y entretenait l'*oxygène gazeux*.

» L'ozone liquéfié se rassemblait en gouttelettes d'apparence huileuse, ne mouillant pas le verre et descendait dans le bas du tube au fond duquel on avait placé d'avance (1) l'une des soudures du couple fer-constantan, l'autre soudure étant maintenue dans la glace fondante. Pour déterminer ensuite la température d'ébullition de l'ozone liquéfié, on abaissait le bain d'oxygène liquide, de manière que sa surface libre soit à plus de 3^{cm} au-dessous de l'extrémité inférieure du tube où l'ozone était réuni, et l'on notait les déviations successives indiquées par le galvanomètre Deprez-d'Arsonval. La déviation, après avoir diminué lentement, demeurait fixe pendant la durée de l'ébullition de l'ozone liquide, puis diminuait de nouveau et très rapidement jusqu'à ce que la soudure du couple ait atteint la température de l'oxygène gazeux en ce point.

» La déviation stationnaire reportée sur la courbe correspond à une température de — 119°. J'ai répété plusieurs fois l'expérience sur des quantités différentes de liquide et j'ai toujours obtenu le même résultat (2). On en peut conclure que la température d'ébullition de l'ozone liquide sous la pression atmosphérique est — 119°.

---

(1) Une expérience dans laquelle on descendait l'une des soudures du couple (déjà refroidie par l'oxygène gazeux) dans l'ozone préalablement liquéfié et maintenu à — 184°,4 a été interrompue par une violente explosion.

(2) J'ai été très habilement secondé dans ces expériences par un de mes anciens élèves, M. Lamotte, agrégé-préparateur à la Sorbonne.

» L'oxygène liquide employé dans ces expériences était obtenu à l'aide d'un appareil construit d'après les indications de M. J. Dewar, et qui, utilisant l'oxygène comprimé, tel qu'on le trouve dans le commerce à Paris, en détermine la détente après l'avoir refroidi par son passage dans un très long serpentin maintenu à — 79°. On peut, de cette façon, obtenir dans un laboratoire ou dans un amphithéâtre, sans pompe de compression et sans force motrice, environ un quart de litre d'oxygène liquide en moins d'une demi-heure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation du calcium cristallisé.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Bien que le calcium soit très répandu dans la nature, il a été impossible jusqu'ici de l'obtenir pur et en notable quantité. Les différents procédés de préparation n'ont permis d'en recueillir que de très petits échantillons, et ses principales propriétés sont loin d'être connues.

» Depuis les recherches de Matthiessen, on le regarde comme un métal jaune; nous établirons plus loin qu'il possède la couleur de l'argent. D'après les différents expérimentateurs qui se sont occupés de cette question, sa densité oscille entre 1,55 et 1,8. Enfin nous ajouterons que dans les quelques Mémoires qui traitent du calcium, les auteurs n'ont fourni aucune analyse du métal obtenu. Ces différents points peuvent fixer l'état de la question.

» Historique. — *Expériences d'Humphry Davy.* — La mémorable expérience d'Humphry Davy, sur la décomposition des terres alcalino-terreuses par le courant électrique, établit l'existence, dans la chaux, d'un corps simple métallique. On sait qu'Humphry Davy, par la décomposition de la chaux, en présence du mercure, ou par la décomposition d'un mélange de chaux humide et d'oxyde de mercure, obtint un amalgame de calcium qui décomposait l'eau avec rapidité en régénérant de la chaux hydratée. Le métal préparé par Humphry Davy était blanc.

» *Procédé Matthiessen.* — En appliquant les idées de Bunsen (1), Matthiessen (2) réussit à électrolyser un mélange à molécules égales de chlorure de calcium et de chlorure de strontium; il obtint dans ces con-

(1) Bunsen, *Annalen der Chemie und Pharmacie,* t. LXXXII, p. 137.
Matthiessen, *Annalen der Chemie und Pharmacie,* t. XCIII, p. 277; 1855.

ditions de petits globules métalliques de couleur jaune. Cette expérience peut se répéter avec facilité, mais elle ne donne que des rendements très faibles ; nous l'avons reprise dans les conditions indiquées par Matthiessen et même en augmentant le volume de l'appareil et l'intensité du courant, les rendements sont toujours des plus faibles. Le métal possède bien, en effet, une couleur jaune plus ou moins foncée rappelant la couleur de l'alliage des cloches.

» *Procédé Liès-Bodart et Jobin.* — En 1858, MM. Liès-Bodart et Jobin (1) indiquèrent un procédé chimique pour obtenir le calcium. Ils faisaient réagir le sodium sur l'iodure de calcium en fusion dans un creuset de fer fermé par un couvercle à vis. Nous avons répété cette dernière expérience, dont les résultats sont très variables tant au point de vue du rendement que de la pureté du produit obtenu.

» En général, en employant 300^{gr} d'iodure anhydre, on isole quelques globules métalliques apparents dont l'ensemble pèse de 6^{gr} à 8^{gr}. Une certaine partie du calcium se trouve divisée dans la masse en globules si petits qu'il est impossible de les séparer. De plus, dans quelques préparations, ainsi que MM. Liès-Bodart et Jobin l'ont indiqué, on trouve, à côté les uns des autres, des globules de sodium ne renfermant point de calcium, et d'autres globules de couleur jaune plus ou moins riches en calcium. Si l'on fait l'analyse des parties métalliques riches en calcium, on trouve qu'elles fournissent une teneur variable de ce dernier métal. Nous avons obtenu, dans les globules les plus riches, les chiffres suivants :

Ca pour 100.....	83,00	88,30	88,70	93,20

» La température a une influence très grande sur le rendement (2). Si la réaction se fait seulement au rouge sombre, la quantité de sodium contenue dans les globules métalliques varie de 10 à 20 pour 100, et le rendement est plus fort. Au contraire, lorsque la température est plus élevée et qu'elle atteint le rouge vif, on obtient un métal d'une teneur plus élevée en calcium, mais le rendement est beaucoup plus faible.

» Enfin, lorsque la préparation de Liés-Bodart et Jobin est trop chauffée,

---

(1) Liès-Bodart et Jobin, *Annales de Chimie et de Physique*, 3^{e} série, t. LIV, p. 363.

(2) Nous avons répété dix fois cette expérience de MM. Liès-Bodart et Jobin. Dans une opération où nous avions distillé la plus grande partie du sodium employé, sans qu'il y ait eu de rentrée d'azote, nous avons obtenu un culot métallique de 125^{gr}, renfermant 88 pour 100 de calcium.

on ne recueille plus de calcium; il se produit une réaction nouvelle sur laquelle nous reviendrons plus tard.

» *Procédé Sonstadt.* — Sonstadt (1) a appliqué la réaction de Liès-Bodart et Jobin en faisant réagir le sodium sur un mélange de chlorure de calcium et d'iodure de potassium. Dans cette expérience, on trouve, à la surface du culot de sels, une masse métallique, bien fondue, unie, que l'on détache avec facilité. Ce métal est cassant, à texture cristalline, pyrophorique le plus souvent, et il contient une notable quantité de métaux alcalins, sodium et potassium. Nous avons répété quatre fois cette préparation, et la teneur en calcium du métal ainsi préparé n'a jamais dépassé 20 pour 100.

» *Procédé Caron.* — Caron (2) a préparé le calcium en réduisant le chlorure de calcium par du sodium, en présence de zinc métallique. Il se forme un alliage de zinc et de calcium qui, chauffé dans un creuset de charbon, laisse du calcium qui possède la teinte jaune du laiton.

» *Procédé Winckler.* — M. Winckler (3) a étudié tout d'abord la réduction de la chaux par le magnésium dans un courant de gaz hydrogène; il n'a pas séparé le calcium obtenu de la magnésie. Dans un deuxième Mémoire (4), il a déduit la formation, dans les conditions précédentes, d'un hydrure de formule Ca H, d'après la composition complexe du mélange qui restait dans la nacelle; il n'a isolé aucun produit.

» En résumé, les difficultés que l'on rencontre dans ces différentes préparations et qui ont empêché d'obtenir le calcium à l'état de pureté sont les suivantes :

» 1° La séparation du calcium n'a pu se faire par distillation de son amalgame. Le résidu obtenu est toujours impur.

» 2° Dans l'électrolyse par voie sèche des mélanges de sels de calcium et de sels alcalins, c'est d'abord le métal alcalin qui est mis en liberté et qui réagit ensuite plus ou moins pendant l'électrolyse.

» 3° Dans la réduction par le sodium, il se produit toujours un mélange de sodium et de calcium, parce que ce dernier, à cause de ses propriétés réductrices, intervient à son tour sur le mélange de sels en présence. Il se

---

(1) Edward Sonstadt, *Proceedings of the literary and philosophical Society of Manchester;* 1864, p. 243.

(2) Caron, *Comptes rendus,* t. L, p. 547.

(3) Winckler, *D. chem. G.,* t. XXIII, p. 44 et 120.

(4) Winckler, *D. chem. G.,* t. XXIV, p. 1966.

forme un équilibre variable d'après la température et la présence des corps en réaction.

» 4° Enfin, quelle que soit la méthode employée, il est impossible de distiller le mercure ou l'excès de métal alcalin dans un courant d'hydrogène ou d'azote. Avec l'hydrogène, le calcium produit rapidement, ainsi que nous le verrons plus tard, un hydrure blanc parfaitement défini de formule CaH^2, et avec l'azote il fournit de suite un azoture cristallisé. L'hydrogène et l'azote doivent être absolument écartés dans toute préparation du calcium.

» *Préparation du calcium cristallisé.* — Cette préparation peut se faire par deux procédés différents :

» 1° Pour obtenir le calcium à l'état de pureté, nous avons utilisé la propriété, inconnue jusqu'ici, que possède ce métal de se dissoudre dans le sodium liquide maintenu à la température du rouge sombre. Par refroidissement, le calcium cristallise au milieu du sodium, et, en traitant la masse métallique par l'alcool absolu, il reste des cristaux blancs, brillants, de forme hexagonale, de calcium pur (¹).

» Voici comment nous opérons. Dans un creuset de fer, d'une contenance de 1^{lit}, on place 600^{gr} d'iodure de calcium anhydre et cristallisé en présence de 240^{gr} de sodium. La proportion de métal alcalin est trois fois supérieure à celle qu'exigerait la réaction

$$CaI^2 + Na^2 = Ca + 2NaI.$$

» L'iodure de calcium anhydre et cristallisé a été grossièrement concassé, puis mélangé au sodium, coupé en morceaux de la grosseur d'une noix; le creuset est fermé par un couvercle à vis, puis maintenu pendant une heure environ à la température du rouge sombre. Il est utile, de temps en temps, d'agiter le creuset par un léger mouvement de rotation, au moyen d'une pince métallique.

» Au début de l'opération, une petite quantité de vapeur de sodium s'échappe entre le couvercle et le creuset, mais comme la partie supérieure est moins chauffée que le fond, lorsque le premier dégagement de chaleur dû à la réaction est terminé, il se condense un peu de sodium liquide dans le pas de vis et la fermeture devient complète.

(¹) Le calcium soluble dans le sodium liquide au rouge sombre est à peu près insoluble dans ce métal à son point de solidification.

» Après refroidissement, le creuset est ouvert, il contient une couche de sel fondu de couleur bleue, surmontée par un gâteau métallique de sodium.

» Pour séparer le calcium, on place, dans un ballon de 1^{lit}, refroidi par de la glace fondante, 500^{cc} environ d'alcool absolument anhydre. On projette dans ce liquide le sodium retiré du creuset par fragments de 1^{cc} environ. Lorsque tout dégagement d'hydrogène a cessé, on décante la partie liquide que l'on remplace par la même quantité d'alcool absolu (1).

» On continue ce lavage jusqu'à ce que l'alcool ne fournisse plus de résidu fixe par son évaporation. La poudre brillante restant au fond du ballon est traitée par de l'éther anhydre (maintenu au préalable sur du sodium), puis placée dans un tube de verre et séchée à la température ordinaire par un courant d'acide carbonique ou d'hydrogène bien sec. L'échantillon doit être enfermé de suite dans un tube scellé.

» Il faut, pendant toutes ces opérations, éviter avec le plus grand soin l'action de l'humidité et le contact de l'air. Cette poudre cristalline très divisée s'oxyde avec la plus grande facilité.

» Le rendement a été d'environ 50 pour 100 du poids théorique de calcium mis en expérience. Nous avons obtenu dans ces premières préparations à peu près 40^{gr} de calcium dans chacune de nos opérations.

» 2° On peut encore obtenir le calcium soit en cristaux semblables aux précédents, soit en petits globules fondus, par l'électrolyse au rouge sombre de l'iodure de calcium en fusion. Ce sel conduit très bien le courant. L'électrode négative est en nickel pur et l'électrode positive, constituée par un cylindre de graphite, est placée dans l'axe d'un vase poreux. La température est maintenue par le courant aux environs du point de fusion de l'iodure de calcium, ce qui permet le départ rapide de la vapeur d'iode. Dans ces conditions, l'on obtient un métal blanc fondu ou cristallisé. Nous poursuivons l'étude de cette électrolyse.

» *Analyse*. — Pour doser le calcium dans le métal préparé par le premier procédé, on en prend un poids déterminé que l'on décompose avec précaution par l'eau; l'hydrate de chaux est dissous par quelques gouttes d'acide azotique; le liquide est exactement neutralisé par l'ammoniaque, et le calcium est précipité sous forme d'oxalate.

---

(1) L'alcool a été d'abord privé d'air par l'ébullition dans le vide à froid, puis saturé de gaz hydrogène pur et sec.

» Du poids de chaux vive, obtenu après filtration et calcination, on déduit le calcium. Nous avons obtenu les chiffres suivants :

Calcium pour 100.....	98,9	99,1	99,2

ZOOLOGIE. — *Note sur la classification des Tuniciers;* par M. **Edmond Perrier.**

« Les naturalistes qui se sont occupés de la classification des Tuniciers et de leurs relations avec d'autres groupes zoologiques ont, en général, considéré comme les formes initiales de cet embranchement du règne animal les formes pélagiques, en raison de la simplicité relative de leur appareil branchial; les uns ont choisi pour type ancestral les Salpes, les autres les Appendiculaires. L'application logique et rigoureuse de la *loi de patrogonie* (répétition de la phylogénie par l'ontogénie) conduit à de tout autres conclusions. La parenté généalogique des Vertébrés et des Tuniciers doit être aujourd'hui tenue pour démontrée par leur embryogénie. Cette parenté ne peut être interprétée que de trois façons : 1° les Vertébrés et les Tuniciers descendent directement d'un ancêtre commun; 2° les Vertébrés descendent des Tuniciers; 3° les Tuniciers descendent des Vertébrés. Dans la première hypothèse, l'ancêtre commun ayant pour descendants, d'une part des formes métaméridées telles que les Vertébrés, d'autre part, des formes qui ne le sont pas, telles que les Tuniciers, devait être lui-même métaméridé; on doit admettre, en effet, que la métamérida-tion est non pas un phénomène de perfectionnement organique pouvant indifféremment se produire ou non, mais le mécanisme même de la formation des organismes bilatéraux, supérieurs au stade rotifère.

» Les Tuniciers, quoique dépourvus de métamérides, présentant, durant leur période embryonnaire et larvaire, des caractères qu'ils partagent avec les seuls Vertébrés, on est amené à conclure que leur métaméridation n'a été perdue qu'après qu'ils ont acquis ces caractères, ce qui revient à dire que l'ancêtre commun aux Tuniciers et aux Vertébrés présentait déjà tous les traits essentiels des plus inférieurs de ces derniers. D'autre part, la métaméridation étant un mécanisme de formation des organismes, il n'y a aucune difficulté à comprendre qu'un organisme métaméridé perde sa métaméridation, mais on ne peut imaginer comment un organisme non métaméridé, tel qu'une Appendiculaire ou un Salpe, pourrait, autrement

qu'en se répétant lui-même, produire un organisme métaméridé. Les Vertébrés n'étant à aucun point de vue équivalents à une chaîne de Salpes ou d'Appendiculaires, ne sauraient descendre de ces animaux, et il ne reste qu'une troisième hypothèse, celle qu'ils sont les progéniteurs des Tuniciers. Si l'on admet, en effet, que des organismes comparables à l'*Amphioxus* se soient, à un certain moment, fixés par l'extrémité antérieure de leur corps, ce changement dans leur genre de vie suffit à expliquer l'apparition de tous les caractères qui distinguent les Tuniciers : concentration des organes dans la région antérieure du corps, déterminant la formation d'une queue ; résorption de la queue ; dégradation des organes des sens, du système nerveux et de l'appareil musculaire, et même développement exagéré de la branchie ; enfin modifications d'attitude propres à transporter les orifices afférents et efférents le plus loin possible du plan de fixation. Ce dernier résultat peut être obtenu de deux façons : soit par l'allongement de la région prébuccale, comme cela a lieu chez les Anatifes parmi les Cirripèdes, chez les Crinoïdes parmi les Echinodermes, ou bien par une rotation de l'animal autour d'un axe parallèle au plan de fixation. On comprend que ces deux procédés aient pu être employés dans les formes primitives des Tuniciers et que leur emploi simultané dans une famille soit pour elle une indication d'ancienneté; or cela n'a lieu que dans la famille des Cynthiidæ, où les Boltieninæ, pourvues d'un long pédoncule prébuccal, n'éprouvent pas de métamorphose rotatoire, tandis que les Cynthiinæ demeurent sessiles comme toutes les autres Ascidies.

» Si les Cynthiidæ sont réellement les Tuniciers qui ont subi le moins de modifications depuis que ce type a été réalisé par la fixation d'une forme ancestrale analogue à l'*Amphioxus*, elles doivent se rapprocher plus que les autres du mode d'organisation du Vertébré ancestral. Chez elles, en effet, il n'y a pas de reproduction par bourgeonnement ; la branchie est plissée, mais moyennement développée ; les muscles de parois du corps forment deux assises, l'une de muscles transversaux, l'autre de muscles longitudinaux ; le ganglion nerveux est encore allongé longitudinalement et les organes génitaux développés sur les parois du corps présentent encore quelquefois une apparence de métaméridation ; le développement présente les caractères essentiels d'un développement patrogonique et, notamment, la métamorphose rotatoire n'a lieu qu'après la fixation. Les plis de la branchie, la disposition des organes génitaux, celle de l'intestin, persistent avec quelques modifications secondaires ou accidentelles dans les familles des Molgulidæ, des Styelidæ et des Botryllidæ, qui consti-

tuent ainsi un premier groupe auquel on peut donner, en raison de la position pariétale des organes génitaux, le nom de PLEUROGONA.

» Dans ce groupe une partie des STYELIDÆ et les BOTRYLLIDÆ produisent seules des bourgeons le plus souvent péribranchiaux (*Goodsiria*, BOTRYLLIDÆ).

» Dans les familles des ASCIDIIDÆ, CIONIDÆ, DISTOMIDÆ, CLAVELLINIDÆ, les branchies sont, au contraire, dépourvues de plis, et l'appareil musculaire devient plus ou moins irrégulier. Les glandes génitales manquaient parfois dans le groupe précédent sur une des moitiés du corps; cette disposition se généralise ici, et la production des éléments génitaux se localise en outre au voisinage de l'anse digestive ou dans l'espace circonscrit par cette anse, qui elle-même peut cesser de demeurer prise dans la paroi du corps pour passer au-dessous de la branchie, entraînant avec elle les glandes génitales (CIONIDÆ, DISTOMIDÆ, CLAVELLINIDÆ).

» Des formes bourgeonnantes se trouvent dans toutes ces familles; le bourgeonnement est toujours épicardique et ne se manifeste qu'après la fixation des larves dont le développement presque patrogonique chez les *Clavellina* devient tachygonique chez la plupart des autres genres. On peut former, avec les quatre familles qui présentent ces caractères, un groupe de HEMIGONA ou ENTEROGONA.

» Enfin chez les POLYCLINIDÆ et les DIDEMNIDÆ, le bourgeonnement constant et très précoce entraîne, par sa précocité même, l'arrêt du développement des Ascidiozoïdes dont la branchie demeure sans plis et sans méridiens principaux, et finalement ne porte plus que quatre (*Diplosomoïdes*, *Leptoclinum*, *Diplosoma*) ou même trois (*Didemnum*) rangées de trémas, nombre qui se réalise également d'emblée chez les jeunes POLYCLINIDÆ, mais augmente par la suite; le sac branchial se développe directement dans la larve à 90° de la position normale qu'il présente chez les CYNTHRIDÆ, le développement est si rapide que des bourgeons complètement développés peuvent exister déjà dans les larves. Ici les glandes génitales forment un post-abdomen au delà de l'intestin (POLYCLINIDÆ) ou, si elles reviennent à son niveau (DIDEMNIDÆ), témoignent par la longueur de leur canal déférent, qu'elles ont eu, à un certain moment, une position analogue à celles qu'elles présentent chez les POLYCLINIDÆ. Ces deux familles d'Ascidies sont, non pas des Ascidies à organisation simple, mais des Ascidies très *simplifiées*, par la précocité de leur bourgeonnement comme en témoignent la complication de celui-ci et la grande accélération de leur développement. Le principe universellement admis

de la patrogonie ne permet pas d'ailleurs d'autre conclusion. Nous réunirons les Polyclinidæ et les Didemnidæ dans un groupe de Hypogona.

» Les formes pélagiques des Pyrosomidæ, des Doliolidæ et des Salpidæ présentent des phénomènes de bourgeonnement qui ne diffèrent en rien d'essentiel du mode de bourgeonnement des Hemigona et des Polyclinidæ. Elles dérivent manifestement soit des Distomidæ, soit des Polyclinidæ; leur développement est profondément modifié par des phénomènes d'accélération (*tachygénèse*) et d'adaptation embryonnaire (*armozogénèse*), dus à leur genre très spécial d'existence dont leur organisation a également subi l'influence. L'idée de faire des Salpes des formes primitives a été d'ailleurs abandonnée par Brooks lui-même qui en avait été le principal défenseur. Toutes ces formes peuvent être mises dans une classe des Thalies comprenant les trois ordres des Lucies (Pyrosomidæ), des Doliolacés (Doliolidæ) et des Thaliacés (Salpidæ).

» On ne peut voir davantage dans les Appendiculaires des formes primitives. L'absence de toute métaméridation dans la région antérieure de leur corps contrastant avec les caractères vertébroïdes qu'elles ont encore conservés indique clairement ici un type profondément modifié, ce qui ressort encore de la division de leur corps en un tronc et une queue, de la localisation de tous les viscères dans le tronc, de la courbure en anse du tube digestif qui suppose une phase antérieure de fixation, de la réflexion de la queue en avant et de sa rotation autour de l'axe longitudinal qui rappellent ce qu'on voit chez les larves d'Ascidies avant leur éclosion.

» Tous ces caractères rapprochent à la vérité les Appendiculaires des larves d'Ascidies; ce sont bien réellement des larves d'Ascidies fixées dans cette forme, arrêtées dans cet état sans doute à la fois par l'effet de la tachygénèse qui a supprimé la phase de fixation et du développement précoce et exagéré les éléments génitaux; à ce titre le nom de Larvacea leur convient parfaitement. Mais les larves d'Ascidies elles-mêmes ne sont que très imparfaitement patrogoniques; elles ont été déjà modifiées par la tachygénèse et représentent non pas l'ancêtre vertébroïde des Tuniciers, mais une forme intermédiaire déjà modifiée par la réflexion, pour ainsi dire, sur un embryon tachygénétique d'une partie des caractères qui sont résultés de la fixation au sol durant une longue suite de générations et qui sont ceux que nous venons d'énumérer chez les Appendiculaires.

» En appliquant dans toutes ses conséquences aux Tuniciers l'idée que ce sont des formes régressives, on arrive donc à les grouper facilement dans un ordre rationnel et à mettre nettement en relief la cause déter-

minante de chacune des ramifications de l'arbre généalogique que la classification proposée ici représente dans ses traits essentiels. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouveaux gaz de l'air atmosphérique.* Note de MM. **Ramsay** et **Travers.**

M. **Moissan** communique à l'Académie la lettre suivante qu'il vient de recevoir de M. *Ramsay* :

« Outre le krypton, il existe encore, en très petite quantité, deux nouveaux gaz dans l'argon retiré de l'air. Pour les isoler, nous nous sommes servi d'un peu plus de 18^{lit} d'argon, ce qui nous a demandé tout notre hiver pour le préparer dans un grand état de pureté. La première fraction paraît être le gaz dont j'ai signalé l'existence dans ma conférence de Toronto. Il n'est pas encore absolument pur, mais il ne fournit plus les lignes de l'argon que d'une façon très affaiblie. Le tube qui le contient quand il est illuminé par le courant est le plus beau que j'aie jamais vu ; il possède une lumière d'un rouge orangé que nous n'avons jamais obtenue dans nos autres tubes. Le spectre est formé d'un grand nombre de raies très fortes dans le rouge orangé et le jaune et de quelques lignes dans le violet foncé. Si l'on interpose une bouteille de Leyde, on voit apparaître des lignes lumineuses dans le vert et le bleu, tandis que plusieurs des lignes rouges s'éteignent. Nous avons nommé ce gaz *néon* (nouveau).

» En fractionnant notre argon liquide, nous avons recueilli un échantillon vers le milieu de l'opération lorsque 10 centimètres cubes environ avaient déjà disparu. Nous allons l'envoyer à Lord Rayleigh afin qu'il puisse en déterminer la densité avec ses appareils qui sont plus sensibles que les nôtres.

» Enfin, lorsque la distillation de notre argon liquide se terminait, il nous est resté un corps solide qui se volatilise très lentement de telle sorte qu'il est facile de l'obtenir dans un grand état de pureté.

» D'après cette propriété, il a été facile de séparer une certaine quantité de ce nouveau gaz. Sa densité est 19,87, celle de l'argon étant 19,94. Son spectre diffère absolument de celui de l'argon. Parmi les lignes nombreuses qu'il fournit, il en est une verte qui occupe une position non encore reconnue et une jaune qui ne coïncide ni avec celle de l'hélium ni avec celle du krypton. Sa longueur d'onde est 5849,6, celle du krypton étant 5866,5 et celle de l'hélium 5875,9. On peut la nommer D5. Nous

proposons pour ce nouveau gaz le nom de *métargon*. Le *néon* et le *métargon* sont tous deux monoatomiques, c'est-à-dire que le rapport entre leurs chaleurs spécifiques est de 1 à 1,66.

» Voilà tout ce que nous avons fait jusqu'ici. Nous devons vous expliquer aussi pourquoi nous n'avons pas mentionné le krypton dans le fractionnement de l'argon liquide.

» En voici la raison. Nous avons mis de côté les parties qui entrent en ébullition à une pression plus élevée que le métargon, mais nous n'avons pas eu jusqu'ici le temps de les examiner. Quant au krypton contenu dans l'air liquide, il faut filtrer l'air, si l'on ne veut pas contaminer le krypton, au moyen du métargon. Ce dernier est un corps solide à la température d'ébullition, tandis que le krypton reste liquide à cette température. »

MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur les Rubiacées de la flore de Madagascar.* Note de M. **Emm. Drake del Castillo.**

« Parmi les familles de plantes qui composent la flore de Madagascar, celle des Rubiacées est une des prédominantes; ce groupe compte, dans cette île, environ 250 espèces connues; c'est environ le vingtième du chiffre auquel on peut estimer dès à présent ce que l'on possède de la flore malgache. Il n'est peut-être pas sans intérêt de présenter quelques observations sur les affinités que, dans la famille nommée plus haut, la flore de Madagascar offre avec celle des régions voisines, notamment de la portion sud-ouest intertropicale du continent africain, et peut-être de contrées plus éloignées, telles que la région indo-malaise.

» La partie du continent africain à laquelle on peut comparer l'île de Madagascar, sous le rapport hygrométrique et thermométrique, c'est-à-dire celle où l'humidité et la chaleur sont, dans les diverses saisons, distribuées d'une manière analogue à celle que l'on a observée dans une notable partie de Madagascar, est une bande de terrain assez étroite s'étendant en longueur depuis un point rapproché de l'équateur jusqu'un peu au-dessous du tropique du Capricorne, et en largeur jusqu'aux premiers contreforts du pays des grands lacs.

» Malheureusement les collections botaniques venant tant de la grande île africaine que de la région ci-dessus désignée sont encore trop incom-

plètes pour que l'on puisse tirer de leur étude comparative des conclusions absolues. Voici en quelques mots la statistique des Rubiacées malgaches et africaines (1). Pour le motif que je viens de dire, je m'abstiendrai de donner des chiffres précis qui pourraient devenir faux dans un avenir peu éloigné.

» Les 250 Rubiacées malgaches appartiennent à 44 genres. Le continent africain sud-ouest tropical en comprendrait un peu plus, réparties entre 40 genres à peine. Dans les deux régions réunies, on compterait à peine 50 genres et un peu moins de 500 espèces; 11 genres, formant un ensemble d'une douzaine d'espèces, sont propres à Madagascar; 1 genre avec une vingtaine d'espèces est commun à Madagascar et aux îles Mascareignes; un autre genre avec deux couples d'espèces lui est commun avec le Cap; 3 genres avec 5 espèces sont particuliers à l'Afrique tropicale austro-orientale; 6 genres exclusivement africains sont communs aux deux régions et comprennent une vingtaine d'espèces insulaires et environ 25 continentales; plus de 20 genres non exclusivement africains sont communs aux deux régions avec moins de 200 espèces insulaires et un peu plus de 200 espèces continentales. En résumé, parmi les genres exclusivement africains, il y en a moins de 20 à Madagascar avec un ensemble de plus de 50 espèces, et une dizaine avec une quarantaine d'espèces sur le continent africain sud-ouest tropical. On voit donc qu'il y a en faveur de Madagascar un excédent d'une dizaine d'espèces parmi les genres exclusivement africains, tandis que, parmi les genres non exclusivement africains, il n'y a qu'un faible excédent en faveur du continent; et si l'on observe que les genres herbacés, comme les *Spermacoce* et les *Oldenlandia*, apportent un fort contingent à la flore continentale, si même l'on retranche des deux flores l'élément herbacé pour ne considérer que l'élément ligneux, on trouvera plus de Rubiacées connues jusqu'ici à Madagascar que dans l'Afrique tropicale sud-ouest. Cette différence provient du plus grand nombre de genres spéciaux à Madagascar, qui comprennent presque tous des végétaux ligneux, et de la présence dans cette île de deux genres riches en espèces : l'un, le *Gœrtnera*, qui s'étend jusqu'en Asie et en Océanie en ne comptant guère que deux représentants sur le continent africain; l'autre, le *Danais*, qui est propre aux îles de l'Afrique orientale et presque entièrement malgache. On verra plus bas les affinités de ces deux genres; celles des autres peuvent donner lieu à quelques remarques intéressantes.

---

(1) Voir Engler, *Die Pflanzenwelt Ost-Afrikas*.

» Parmi les genres spéciaux à Madagascar il en est un qui a été signalé depuis longtemps déjà : le *Pleurocoffea*. Ainsi que son nom l'indique, ce genre est voisin des *Coffea* et se distingue des autres genres du groupe par l'obliquité de sa corolle; mais ce qui le rapproche non seulement des *Coffea*, mais encore de beaucoup de genres africains, c'est la présence d'un calycule, ou sorte de petit involucre formé par un ou deux rangs de bractées unies au-dessous de l'ovaire. Cette disposition se rencontre dans les *Cremaspora*, genre africain, insulaire et continental, chez les *Hypobathrum* africains des sections *Kraussia, Tricalysia* et *Nescidia*, et chez les *Fernelia* des îles Mascareignes. A côté des *Hypobathrum*, il faut citer les *Flagenium*, voisins des *Burchellia* de l'Afrique australe, les *Chapeliera*, spéciaux à Madagascar, et puisque des *Hypobathrum*, on peut trouver, par les *Genipa* et les *Ixora*, un passage des Génipées aux Ixorées, il est intéressant de signaler ici l'affinité des *Ixora* et des *Genipa* malgaches avec ceux du continent africain. On trouve cependant, dans le groupe des Génipées, des affinités toutes différentes : c'est ainsi que les *Canephora* de Madagascar sont voisins des *Scyphostachys* de Ceylan, et cette relation avec les formes asiatiques nous conduit au groupe des *Gærtnera* et genres voisins.

» Placés par beaucoup de botanistes dans la famille des Loganiacées, les *Gærtnera*, aprés le démembrement de cette famille, ont été transportés dans celle des Rubiacées. Ils comptent un peu plus de 20 espèces à Madagascar, une dizaine dans les îles Mascareignes, et environ autant dans la région asiatico-malaise; jusqu'à présent, on ne leur connaît guère que deux représentants sur le continent africain.

» Les *Uragoga* de la section *Chasalia*, qui servent de transition entre ce genre et le précédent, se partagent presque exclusivement les îles Mascareignes, l'Asie et l'Océanie tropicales; on n'en connaît que deux espèces sur le continent africain : une dans la région du Niger, l'autre à Zanzibar.

» Les *Mephitidia*, type amoindri des *Uragoga*, sont représentés par trois espèces à Madagascar, et s'étendent peu en Afrique. Enfin le genre monotype *Hymenocnemis*, voisin des *Gærtnera*, est spécial à Madagascar. Voilà donc une remarquable affinité entre la flore des îles africaines et la flore asiatico-malaise. On la retrouve dans la tribu des *Cinchonées*, qui peut se diviser en deux sous-tribus : les *Eucinchonées* et les *Naucléées*. Les premières, dont les quatre cinquièmes sont originaires du nouveau monde, comptent une vingtaine d'espèces, appartenant à 9 genres, dans la région asiatico-malaise, et une demi-douzaine d'espèces, partagées entre 3 genres dans tout le continent africain, tandis qu'une trentaine d'espèces, appartenant

à 3 genres, peuplent les îles de l'Afrique orientale; ces 3 genres sont : l'*Hymenodyction* qui compte 2 espèces à Madagascar; le *Schismatoclada*, particulier à Madagascar, avec 4 espèces; et le *Danais* dont on connaît plus de 20 espèces, toutes spéciales aux îles de l'Afrique orientale, mais presque toutes à Madagascar. Les *Naucléées* comptent plus de 100 espèces; environ 90 appartiennent à la région asiatico-malaise; 7 se rencontrent sur le continent africain, tandis qu'on en connaît plus d'une douzaine à Madagascar; le continent africain ne possède aucun genre qui lui soit propre; à Madagascar, au contraire, on connaît un genre monotype, le *Paracephælis*, et 10 espèces forment une section (*Breonia*) si bien caractérisée du genre *Sarcocephalus* qu'elle a pu être considérée comme un genre distinct.

» Il y a peu d'affinités à chercher dans la famille des *Rubiacées* entre la flore malgache et celle du Cap; on ne citerait guère qu'un *Pentanisia*, deux *Alberta*, quelques *Otrophora* et *Anthospermum*, et un genre monotype, le *Gomphocalyx*.

» En résumé, on reconnaît à Madagascar, dans la famille des *Rubiacées*, trois types : l'africain tropical, l'asiatique et l'africain austral. Le premier est peut-être un peu plus accentué que le second; le troisième l'est beaucoup moins que les autres. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

Sur la demande de M. Marey, M. **Marcel Deprez** est adjoint à la Commission chargée d'examiner les appareils de M. Ader.

M. **Ch. Dürr** adresse divers Mémoires relatifs à des questions de Médecine.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage intitulé : « Œuvres mathématiques de *Riemann* », traduites par *L. Laugel* avec une préface de M. *Hermite* et un discours de M. *Félix Klein*. (Présenté par M. Darboux.)

ASTRONOMIE. — *Comète découverte à l'observatoire de Nice*, par M. **Giacobini**. Télégramme de M. Perrotin, communiqué par M. Bischoffsheim.

Comète découverte par M. Giacobini le 18 juin 1898.

Position du 19 juin à $12^h40^m33^s$, temps moyen de Nice; ascension droite : $20^h26^m4^s$; distance polaire : $111°27'5''$.

Comète assez faible, noyau allongé, mouvement ouest presque parallèle à l'écliptique, et de 3° par jour.

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la comète Perrine* (1898, *juin* 14). Note de M. G. **Fayet**, présentée par M. Lœwy.

T = 1898, août 2,807, temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 130.12,3 \\ \Omega &= 249.33,5 \\ i &= 73.\ 2,8 \\ \log q &= 9,3668 \end{aligned}\right\} \text{équinoxe moyen de 1898, 0.}$$

Ces éléments ont été calculés à l'aide de mes observations des 16, 17 et 18 juin. Ils laissent subsister, dans une observation faite le 19 juin par M. Bigourdan, les écarts suivants, dans le sens (obs. — calcul) $= \begin{cases} \cos\beta\,\delta\lambda = -0'5, \\ \delta\beta = +0'2. \end{cases}$

Ces écarts, assez considérables, montrent que les éléments ci-dessus sont encore très incertains; cela s'explique par le peu d'intervalle embrassé par les observations, étant donnée la marche lente de la comète.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Coddington, de la comète Perrine* (14 *juin* 1898) *et de la comète Giacobini, faites à l'observatoire de Toulouse à l'équatorial Brunner de* $0^m,25$ *d'ouverture*. Note de M. F. **Rossard**, présentée par M. Lœwy.

Dates 1898.	Étoiles de compar.		Grandeurs.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			Comète Coddington.			
				m s		
Juin 15.....	*a*	10893 CD	7,1	+0.20,94	+13.17,6	18:20
» 18.....	*b*	12299 CD	8,6	+0.37,62	−12.59,7	18:20
			Comète Perrine.			
» 18.....	*c*	761 BD	8,9	−0.18,83	+ 6.46,1	16:20
			Comète Giacobini.			
» 19.....	*d*	5752 BD	8,3	−1.10,75	−13.12,0	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	★	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			Comète Coddington.			
Juin 15.	*a*	16.11.58,01	+4,24	−27.47.23,3	−13,6	$\frac{1}{3}$(Yarnall, 6848 + Argentin, 22077 + Stone, 8858).
» 18.	*b*	16. 1.16,15	+4,26	−29.11.50,5	−14,9	Washington z. 94. N° 14.
			Comète Perrine.			
» 18.	*c*	3.51. 0,10	+1,47	+57.41.37,9	+ 1,7	Helsingfors Gotha, n° 3293.
			Comète Giacobini.			
» 19.	*d*	20.27.30,91	+3,95	−21.14.38,3	+11,9	$\frac{1}{3}$(Yarnall, 9146+Washington z.180. N° 37 + Cincinnatti, 3428).

Positions apparentes des comètes.

Dates 1898.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
		Comète Coddington.			
Juin 15....	10. 5.15	16.12.23,19	$\bar{2},799_n$	−27.34.19,3	0,921
» 18....	9.28.32	16. 1.58,03	$\bar{2},982_n$	−29.25. 5,1	0,924
		Comète Perrine.			
» 18....	11.40.42	3.50.42,74	$\bar{1},527_n$	+57.48.25,7	0.912
		Comète Giacobini.			
» 19....	12.53.30	20.26.24,11	$\bar{1},289_n$	−21.27.38,4	0,890

ASTRONOMIE. — *Observations des nouvelles comètes Coddington* (1898, *juin* 11) *et Giacobini* (1898, *juin* 18), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. **G. Bigourdan**, communiquées par M. Lœwy.

Dates 1898.	Étoiles.	Grandeurs.	★◀. − ★. ΔR.	★◀. − ★. ΔD.	Nombre de comparaisons.
			Comète Coddington.		
Juin 14.....	*a*	8,2	+0.40,88	+2.15,2	12:12
15.....	*b*	9,5	−0.19,36	−2.42,2	8: 8
16.....	*c*	9,9	+0.26,29	−6.28,9	8: 8
17.....	*d*	9,3	−0.27,66	−0.16,8	12:12

Dates 1898.	Étoiles.	Grandeurs.	★. — ★. ΔÆ.	ΔⒹ.	Nombre de comparaisons.
			Comète Giacobini.		
19.....	*e*	9,2	—0. 3,97	—2.11,8	4: 4
19.....	*e*	9,2	—0. 8,29	—2.21,1	2: 2
19.....	*e*	9,2	—0.10,18	—2.23,9	4: 4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	h
Juin 14.	*a* 11292 Cord. D.M.—26°	16.15. 2,23	+4,23	—26.59.14,4	—13,2	Cord. Z 16 (962).
15.	*b* 10900 Cord. D.M.—27	16.12.34,7	+4,24	—27.32. 9	—13,5	Cord. D-M.
16.	*c* 11994 Cord. D.M.—28	16. 8.20,34	+4,24	—28. 5.48,8	—14,2	Rapp. à α.
17.	*d* 11957 Cord. D.M.—28	16. 5.45,99	+4,26	—28.48.47,6	—14,4	Rapp. à β.
19.	*e* 5743 BD—21°	20.26. 5,15	+3,96	—21.26. 4,9	+11,8	Rapp. à γ.
19.	α 11962 Cord. D.M.—28	16. 5.57,86	»	—28. 9. 6,6	»	Cord.-Cat. (21948).
19.	β 11961 Cord. D.M.—28	16. 5.57,46	»	—28.44.11,4	»	12476 Arg.-OE$_2$-Weiss.
19.	γ 5729 BD—21°	20.23. 4,47	»	—21.14.22,7	»	Cord.-Cat. (28074).

Avec l'équatorial on a obtenu

	ΔÆ.	ΔⒹ.	Comparaisons.
	m s	′ ″	
★ *c* — ★ α.....	+2.22,48	+ 3.17,7	5.4
★ *d* — ★ β.....	—0.11,47	— 4.36,2	4.4
★ *e* — ★ γ.....	+3. 0,68	—11.42,2	3.2

Positions apparentes des comètes.

Dates. 1898.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
			Comète Coddington.		
Juin 14....	10.25.52	16.15.47,34	$\bar{2},510_n$	—26.57.12,4	0,932
15....	10.25.31	16.12.19,6	$\bar{2},287_n$	—27.35. 5	0,933
16....	10.30.50	16. 8.50,87	$\bar{3},727$	—28.12.31,9	0,935
17....	10.14.27	16. 5.22,59	$\bar{2},081_n$	—28.49.18,8	0,936
			Comète Giacobini.		
19....	13.36.31	20.26. 5,14	$\bar{1},008_n$	—21.28. 4,9	0,916
19....	13.45.12	20.26. 0,82	$\bar{2},936_n$	—21.28.14,2	0,917
19....	13.49.20	20.25.58,93	$\bar{2},897_n$	—21.28.17,0	0,921

Remarques : *Comète Coddington,* 1898 juin 14. — La comète, qui est très basse,

s'aperçoit à peu près comme une nébuleuse de la classe I (grandeur 12 env.). Elle est arrondie, et la nébulosité a une étendue de 50″ à peu près. Vers le centre se trouve une condensation granuleuse d'environ 15″ d'étendue et qui ressort légèrement. Ciel assez beau.

1898 juin 15. — Dans le grand chercheur (110^{mm} d'ouverture), la comète s'aperçoit à peu près avec la même facilité qu'une étoile voisine qui est de 10^{e} grandeur.

1898 juin 17. — La comète se voit aujourd'hui mieux que dans les soirées précédentes, mais le ciel est plus pur. Dans le grand chercheur elle s'aperçoit à peu près avec la même facilité qu'une étoile de grandeur 9. Dans la lunette, c'est une nébulosité arrondie, d'environ 45″ de diamètre, plus brillante au centre, avec condensation demi-stellaire qui ressort bien.

Comète Giacobini. — Comète très faible (grandeur 13,2 environ), arrondie, 30″ environ de diamètre, avec condensation centrale granuleuse de 15″ d'étendue et qui ressort assez bien.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Perrine* (1898, *juin* 14), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par MM. **G. Bigourdan** et **G. Fayet**. Communiquées par M. Lœwy.

Dates 1898.	Étoiles.	Grandeurs.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Juin 16.....	*a*	9,3	+0.39,76	+5.33,4	8:8	G.F.
17.....	*b*	9,5	−0.28,12	−6.18,2	8:8	G.B.
17.....	*b*	9,5	−0.20,85	−6.37,9	8:8	G.F.
18.....	*c*	8,7	−0. 2,25	+6. 2,5	8:8	Id.
19.....	*d*	10	−0.11,58	+7. 0,0	8:8	G.B.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 16.	*a* 649 BD +58°	3.38. 3,96	+1,40	+58.10.24,9	+1,7	Rapportée à *α*
17.	*b* 751 BD +57	3.45.13,83	+1,43	+58. 8.58,1	+1,7	Rapportée à *β*
18.	*c* 761 BD +57	3.51. 0,10	+1,47	+57.41.37,9	+1,7	A.G. Hels.-Gotha, 3293
19.	*d* Anonyme	3.57.13,02	+1,51	+58.24.53,5	+1,6	Rapportée à *γ*
	α 638 BD +58	3.33.47,99	»	+58.25. 8,4	»	A.G. Hels.-Gotha, 3151
	β 672 BD +58	3.50. 5,46	»	+58.19.28,5	»	A.G. Hels.-Gotha, 3289
	γ 769 BD +57	3.55.10.22	»	+57.25.42,6	»	A.G. Hels.-Gotha, 3336

Avec l'équatorial, on a obtenu

	ΔÆ.	ΔⒹ.	Comparaisons.
	m s	° ′ ″	
★ a — ★ α.....	+4.15,97	—14.43,5	6.4
★ b — ★ β.....	—4.51,63	—10.30,4	6.4
★ d — ★ γ.....	+2. 2,80	— 0.49,1	6.8

Positions apparentes de la comète.

Dates 1898.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 16..	13.10.10	3.38.45,12	$\bar{1},741_n$	+58.16. 0,0	0,832
17..	12.39.35	3.44.47,14	$\bar{1},674_n$	+58. 2.41,6	0,864
17..	13. 8.59	3.44.54,41	$\bar{1},733_n$	+58. 2.21,9	0,837
18..	12.55.37	3.50.59,32	$\bar{1},701_n$	+57.47.42,1	0,856
19..	12.44.10	3.57. 2,95	$\bar{1},669_n$	+57.31.55,1	0,869

» *Remarques.* — 1898, juin 17 (G. B.). La comète est une tache nébuleuse, très diffuse, arrondie, de 1′ à 1′,5 de diamètre, dont l'éclat est comparable à celui d'une nébuleuse de la classe II (12,5-13). La partie centrale, qui est diffuse, assez granuleuse, ressort faiblement.

» Juin 19. Comète très diffuse, très faible (gr. 13,2 environ). Mesures assez incertaines. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Coddington* (11 *juin* 1898), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par M. L. Picart.

Comète Coddington (11 juin 1898).

Dates 1898.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔℙⒹ comète.	Observateurs.
		h m s	m s	° ′ ″	
Juin 15.....	1	15.52.26,01	+6.14,57	— 5. 0,82	L. Picart
16.....	2	15. 7. 8,78	+2.56,60	+ 1.46,80	L. Picart
17.....	3	15.11.36,58	—1.54,23	+ 0.29,81	L. Picart

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1898,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	Cordoba, Catalogue général n° 21949	16.6.1.20	+4,22	117.39.40,4	+14,11
2...	Id.	16.6.1,20	+4,24	117.39.40,4	+14,21
3...	Id.	16.6.1,20	+4,27	117.39.40,4	+14,21

Positions apparentes de la comète Coddington.

Date 1898.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Juin 15.....	10.15.34,93	16.12.19,99	$-\bar{2},793$	117°34'53",7	—0,926
» 16.....	9.26.29,20	16. 8.58,70	$-\bar{1},170$	118.11. 7,7	—0,923
» 17.....	9.27. 0,44	16. 5.28,52	$-\bar{1},049$	118.48.25,0	—0,927

» La comète est faible, mais elle a un noyau assez net, et la nébulosité est disposée en éventail. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Application des franges d'interférence, à grandes différences de marche, à l'étude des micromètres.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« Le dispositif employé dans mon Travail est le suivant :

» Un petit miroir plan est installé sur le chariot du micromètre, normalement à l'axe de la vis, de façon que cet axe prolongé vienne passer par le centre du miroir. En regard est fixée, sur le corps du micromètre, une lentille dont la face tournée du côté du miroir a une très faible courbure. Le miroir est argenté à fond, la lentille demi-argentée. Lorsqu'on éclaire ce système avec de la lumière monochromatique émanant d'une petite ouverture située dans le plan focal antérieur de la lentille, il se produit des anneaux de Newton dans la lame comprise entre les deux surfaces réfléchissantes; on les aperçoit en plaçant l'œil dans l'image réfléchie de l'ouverture.

» La visibilité des anneaux, au centre, est $\dfrac{\sin \dfrac{\pi e}{\lambda}\dfrac{R^2}{f^2}}{\dfrac{\pi e}{\lambda}\dfrac{R^2}{f^2}}$ lorsque l'ouverture éclairée est un demi-cercle centré sur la perpendiculaire au miroir menée par le centre optique de la lentille (R rayon de l'ouverture, e plus courte distance des surfaces réfléchissantes, f foyer de la lentille, λ longueur d'onde de la lumière employée). En prenant $\dfrac{R}{f}$ assez petit, on peut donner à e des valeurs assez grandes sans que ce rapport cesse d'être voisin de 1; les anneaux restent donc parfaitement nets si la lumière employée est (dans mes recherches $R = 0^{mm},5$, $f = 330^{mm}$) assez simple.

» L'étude de la vis micrométrique, de dix en dix parties du tambour divisé, par exemple, comprend plusieurs opérations.

» 1° Les surfaces réfléchissantes étant éclairées avec la radiation rouge du cadmium ($\lambda 644$) fournie par un tube à vide (¹), on compte le nombre d'anneaux qui naissent ou s'évanouissent lorsque l'on fait avancer le chariot d'une quantité correspondant à une rotation du tambour divisé de quelques parties. On en déduit une valeur approchée n du nombre de franges rouges contenues dans dix parties de la vis.

» 2° On place le tambour divisé successivement à $0^t,0$, puis à $0^t,10$; à $0^t,0$, puis à $0^t,20$; à $0^t,0$, puis à $0^t,30$, etc.; à $0^t,0$, puis à $p^t,0$; à $0^t,0$, puis à $p^t,1$; etc., et à chaque position du tambour on mesure, avec un compensateur approprié, la phase au centre des anneaux pour la radiation rouge et pour trois autres radiations du cadmium, de longueurs d'ondes λ', λ'', λ''', susceptibles de fournir des franges à grandes différences de marche (²). On en déduit, pour les quatre radiations considérées, les parties fractionnaires des nombres de franges contenues dans les intervalles $0^t,0$ à $0^t,10$, $0^t,0$ à $0^t,20$, etc.

» La méthode des excédents fractionnaires, qui a joué un rôle si important dans les mémorables recherches de M. Michelson sur la valeur du mètre en longueurs d'ondes lumineuses, permet ensuite de trouver les nombres entiers de franges rouges contenues dans ces intervalles.

» Il ne sera pas inutile d'expliquer brièvement comment elle s'applique à l'exemple qui nous occupe.

» Appelons N le nombre entier inconnu de franges rouges contenues dans l'intervalle $0^t,0$ à $0^t,10$, f l'excédent fractionnaire mesuré pour cette radiation, et f', f'', f''' les excédents fractionnaires correspondant aux trois autres radiations. La valeur de l'intervalle considéré, exprimé en franges de longueur d'onde λ, étant $N + f$, ses va-

---

(¹) C'est à propos du présent Travail que j'ai été amené à imaginer la lampe à cadmium, décrite dans les *Comptes rendus* (5 avril 1897 et 17 janvier 1898).

(²) Pour ne pas donner au rapport $\frac{R}{f}$ une trop faible valeur, ce qui serait au détriment de l'éclat des anneaux, il convient d'étudier la vis par fractions ne dépassant pas 20^{mm}. Dans ces conditions, les radiations du cadmium (*Comptes rendus*, 17 janvier 1898; p. 231), $\lambda 632$, $\lambda 538$, $\lambda 534$, $\lambda 515$, $\lambda 468$, $\lambda 466$ peuvent être utilisées. Les radiations $\lambda 508$ et $\lambda 480$ ont l'avantage d'être très intenses, mais elles sont complexes et les anneaux changent d'aspect et se séparent en plusieurs systèmes dès que l'écartement des surfaces réfléchissantes atteint quelques millimètres (phénomène dû aux réflexions multiples, analogue à celui qui a été décrit récemment par MM. Fabry et Perot, dans le cas des anneaux transmis); il en résulte de grandes difficultés pour mesurer les excédents fractionnaires.

leurs, exprimées en franges des trois autres radiations, sont

$$(1) \qquad (N+f)\frac{\lambda}{\lambda'}, \qquad (N+f)\frac{\lambda}{\lambda''}, \qquad (N+f)\frac{\lambda}{\lambda'''}.$$

» Le nombre cherché N doit donc être tel que les parties fractionnaires de ces trois produits soient respectivement f', f'', f''' à de petites erreurs d'observation près. On l'obtient en calculant les produits (1), en substituant à N le nombre n, fourni par la première opération, et les entiers voisins jusqu'à ce que l'on trouve un nombre qui produise l'accord voulu entre les parties fractionnaires calculées et les parties fractionnaires observées. La valeur de l'intervalle $0^t,0$ à $0^t,10$ connu, on en déduit une valeur approchée du nombre de franges rouges contenues dans l'intervalle $0^t,0$ à $0^t,20$ et l'on procède comme précédemment, pour en déterminer la valeur exacte et ainsi de suite.

» Les nombres obtenus demandent quelques corrections dont l'une notamment provient de ce que la coulisse du chariot micrométrique n'est pas absolument droite. Cette correction est facile à déterminer d'après le déplacement du centre des anneaux.

» La valeur moyenne du tour de vis, exprimée en franges rouges, s'obtient en partant du plus grand intervalle mesuré. En calculant les autres intervalles en fonction de ce tour de vis moyen et comparant aux nombres trouvés directement, on obtient les corrections de la vis qu'il est facile d'exprimer en secondes d'arc, connaissant la longueur focale de la lunette à laquelle le micromètre appartient.

» L'application de la méthode au micromètre d'un instrument de l'Observatoire (foyer $1^m,10$), construit sous la direction de Brunner, a montré que les corrections de la vis varient suivant le mode d'entraînement du tambour divisé (variations montant à sept franges, soit $0'',5$). Il faut, pour que les corrections soient bien définies, que l'action exercée sur la tête de vis se réduise rigoureusement à un couple d'axe parallèle à celui de la vis. Dans ces conditions, les nombres obtenus sont constants si l'on prend soin, au préalable, de déplacer plusieurs fois le chariot d'un bout à l'autre de sa course pour lubrifier également toutes les parties de la vis. Le moindre effort sur la tête de vis suffit pour altérer les résultats; aussi a-t-il été nécessaire de faire tourner le tambour divisé, non pas à la main, mais par l'intermédiaire d'une pièce auxiliaire transformant en un couple l'action exercée par l'observateur.

» Les lectures faites en faisant tourner le tambour dans les deux sens présentent une différence systématique d'une demi-frange, bien que le micromètre soit muni de ressorts antagonistes très forts. Cette différence

n'affecte les observations qu'à cause de la faible longueur focale de la lunette. »

GÉOMÉTRIE. — *Le groupe d'équivalence et ses bases cinématiques*. Note de **M. Jules Andrade.**

« 1. Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (août 1897), j'ai indiqué comment la notion de systèmes de vecteurs équivalents engendrait d'une manière presque intuitive les propriétés métriques, dans les trois géométries d'Euclide, de Riemann et de Lobatchewsky. Quant à l'existence même du groupe d'équivalence, je m'étais contenté d'affirmer son évidente corrélation avec le théorème d'Euler sur les rotations finies. Je voudrais aujourd'hui revenir sur cette corrélation fondamentale qui est à mes yeux le point de passage entre *la* géométrie *qualitative* et *les* trois géométries *quantitatives*, et essayer de la réduire à ses éléments les plus simples.

» 2. A cet effet, j'envisage, *dans un ordre déterminé*, plusieurs vecteurs $D_1, D_2, \ldots, D_n$, issus d'un même point O; je désigne par t une variable quelconque variant toujours dans le même sens; le premier vecteur définira une rotation continue et uniforme dont la vitesse à l'égard de t sera constante; imaginons qu'un espace S_1, tournant autour de D_1 par rapport à l'espace S_0, entraîne avec lui un système invariable de vecteurs coïncidant à l'époque t avec les vecteurs $D_1, D_2, \ldots, D_n$, puisqu'un nouvel espace S_2 tourne uniformément, par rapport à S_1, autour du vecteur qui a quitté D_2, entraînant avec lui les vecteurs de S_2 qui coïncidaient avec $D_3, D_4, \ldots, D_n$ à l'époque t, etc.; les vitesses constantes de ces rotations successives sont supposées proportionnelles aux grandeurs des vecteurs $D_1, D_2, \ldots, D_n$; un tel mouvement est bien défini; nous le nommerons mouvement *composé* des rotations successives $D_1, D_2, \ldots, D_n$ envisagées à l'époque t dans l'espace S_0 et dans l'ordre où on les énonce. Je préciserai la notion de la continuité d'un mouvement composé par les postulats suivants :

» *Premier postulat.* — La *vitesse* d'un point M, entraîné avec le dernier système invariable, à partir de la position M_0 que ce point M occupait dans l'espace S_0 à l'époque t, *est déterminée* dans ce mouvement, et sa grandeur varie d'une manière continue quand on se déplace dans le voisinage du point M.

» *Deuxième postulat.* — La distribution des vitesses des différents points

d'un solide invariable, entraîné avec le dernier espace S_n, ne dépend que des vitesses de trois points *donnés* du solide *non situés en ligne droite,* et, en particulier, si ces trois vitesses sont nulles, les vitesses de tous les autres points du solide sont nulles aussi.

» *Troisième postulat.* — Dans une rotation uniforme, si l'on envisage l'ensemble des points M' *voisins* d'un point M et leurs mouvements entre les époques t et $t + \Delta t$, les vitesses moyennes de tous ces points tendront *uniformément* vers les vitesses à l'époque t, lorsque Δt tend vers zéro.

» On peut alors énoncer le théorème suivant :

» Théorème. — *Au point de vue de la distribution des vitesses à l'époque t, le mouvement composé peut se résoudre en une seule rotation résultante, celle-ci demeure la même pour tous les mouvements composés au moyen des mêmes recteurs et alors même que l'on change l'ordre de ceux-ci.*

» La démonstration rigoureuse de cette proposition est assez délicate; il suffit ici de dire qu'elle repose sur les postulats qui précèdent et sur le lemme suivant, qui appartient à la Géométrie qualitative :

» *Si dans un polygone sphérique on considère un ensemble spécial et infini de points, cet ensemble admettra* au moins un point limite *situé dans le polygone ou sur son contour.*

» Ce lemme, les trois postulats et la construction d'Euler sur les rotations finies suffisent ainsi pour établir l'existence d'un *mode de composition* des vecteurs concourants, mode *invariant, continu, commutatif, associatif* et réductible à l'addition algébrique des segments dans le cas particulier où les droites qui les portent coïncident.

» De plus, comme l'effet d'une rotation est essentiellement indépendant de la situation du vecteur qui la représente, du moins tant que ce vecteur ne fait que glisser sur la droite qui le porte, l'existence du groupe d'équivalence résulte alors nécessairement du groupe de composition. L'étude du groupe d'équivalence constitue la Statique de Poinsot généralisée, qui devient ainsi la base de la Géométrie quantitative.

» Seulement, tandis que le groupe de composition des vecteurs concourants ne comporte qu'une seule traduction analytique, savoir : les fonctions circulaires et la trigonométrie sphérique, le groupe d'équivalence admet trois traductions analytiques qui correspondent aux trois géométries de Lobatchewsky, d'Euclide et de Riemann. J'ajoute que l'étude synthétique des trois modes d'existence de systèmes de vecteurs équivalents peut, elle aussi, conduire de la manière la plus simple aux nombres e et π et aux propriétés de la fonction exponentielle.

» 3. Cette genèse si simple des propriétés métriques a encore une conséquence intéressante que je tiens à signaler ici : elle réduit la notion de l'équivalence des étendues à la notion de longueurs pour certaines catégories de courbes, en sorte que l'équivalence métrique se trouve ainsi dépendre tout naturellement de l'équivalence vectorielle ou statique. »

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité de l'équilibre*. Note de M. **L. Lecornu**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Je me suis proposé d'étudier, dans un cas assez étendu, les conditions de stabilité de l'équilibre d'un point matériel sollicité par des forces sans potentiel. J'admets que les projections, sur trois axes rectangulaires, de la force appliquée soient des fonctions linéaires et homogènes des coordonnées : au voisinage d'une position d'équilibre, les projections de la force sont généralement réductibles à des expressions de cette nature, au moins à titre de première approximation. Cela étant, il faut et il suffit, pour la stabilité, qu'il existe, autour de la position d'équilibre, O, prise pour origine, trois directions réelles pour chacune desquelles la force soit une attraction émanant de O. Ces trois directions ne sont orthogonales que si les forces ont un potentiel. Mais il existe trois autres directions, toujours réelles et orthogonales, qui se présentent naturellement dans cette théorie. On les obtient en cherchant le lieu des points pour lesquels la force est perpendiculaire au rayon vecteur, issu de l'origine : c'est un cône du second degré, réel ou imaginaire, dont les axes fournissent les trois directions dont je parle. En les prenant comme axes de coordonnées, on reconnaît que la force est la résultante de deux autres, savoir :

» 1° Une force F_1 qui dérive d'un potentiel $\frac{1}{2}(Ax^2 + By^2 + Cz^2)$ et dont les surfaces de niveau ont pour cône asymptote commun le cône que nous venons de définir;

» 2° Une force *tourbillonnaire* F_2, représentée par le même vecteur que la vitesse due à la rotation autour d'un certain axe OR.

» Quand la force F_2 est nulle, l'équilibre n'est stable, comme l'on sait, qu'autant que A, B, C sont trois coefficients positifs. Cette condition n'est plus nécessaire quand F_2 diffère de zéro : deux des coefficients peuvent être négatifs sans que la stabilité soit rendue impossible; il suffit que la somme $A + B + C$ demeure positive. Mais, tandis qu'avec des coefficients tous positifs l'axe OR peut recevoir une direction quelconque, sa grandeur

seule étant assujettie à ne pas dépasser certaines limites, on trouve qu'avec un ou deux coefficients négatifs la direction de OR cesse d'être arbitraire : il faut qu'elle tombe à l'extérieur ou à l'intérieur du cône asymptote (toujours réel en pareil cas), suivant que le nombre des coefficients négatifs est égal à *un* ou à *deux*. Cela revient à dire que, pour les points situés sur OR, la puissance $Ax^2 + By^2 + Cz^2$ par rapport au cône asymptote est toujours positive quand il y a stabilité. La même propriété a lieu pour chacune des trois directions réelles que j'ai définies en commençant. Quant à la longueur du vecteur OR, elle est soumise à des règles compliquées, et, pour une direction déterminée de ce vecteur, il peut arriver qu'en faisant croître continûment OR à partir de zéro on voie la stabilité disparaître une première fois, puis reparaître dans un certain intervalle.

» Supposons maintenant qu'on introduise une liaison, équivalant à la matérialisation d'une droite ou d'un plan fixe passant par O. Il faut se garder de croire que la liaison va laisser subsister dans tous les cas la stabilité de l'équilibre. S'il s'agit d'une droite, voici comment les choses se passent. Cette liaison annule l'effet de F_2 et la force F_1 influe seule sur le mouvement rectiligne. Si donc l'équilibre du point libre était stable sous la seule action de F_1 (c'est-à-dire si A, B, C sont positifs), l'équilibre sur la droite est stable. Mais si la stabilité du point libre n'était due qu'à l'action auxiliaire de F_2, la stabilité n'existe sur la droite qu'autant que les points de celle-ci ont, par rapport au cône asymptote, une puissance positive. On s'en rend compte en remarquant que telle est la condition pour que la projection de la force sur la droite soit attractive. Le cas d'une liaison représentée par un plan est moins facile à traiter : j'ai trouvé que, du moment où la force F_2 n'est pas nulle, il existe *toujours* (même avec des valeurs de A, B, C toutes positives), une infinité de plans pour lesquels l'équilibre est instable. Parmi eux figurent les plans cycliques des surfaces de niveau : $Ax^2 + By^2 + Cz^2 = \text{const.}$

» M. Andrade (*Bulletin de la Société mathématique*, 1897) a déjà fait remarquer que rien n'autorise à admettre que, pour des forces dépourvues de potentiel, l'introduction de liaisons ne compromet pas la stabilité. Pour justifier cette réserve, il a cité un exemple dans lequel deux forces, *fonctions de point* toutes les deux, donnent séparément un équilibre stable, tandis que leur résultante produit un équilibre instable. Il était, je crois, intéressant de vérifier que la même chose a lieu effectivement quand on considère des forces de liaison, qui ne sont pas des fonctions de point. »

MÉCANIQUE. — *Sur un appareil dit* anémotrope. Note de M. **Maillet**, présentée par M. Lippmann.

« Cet appareil est un moteur à vent, ou moulin à vent horizontal, c'est-à-dire mobile autour d'un axe vertical. Comme dans d'autres appareils du même genre, le vent agit sur des palettes qui fonctionnent à la façon de soupapes restant verticales d'un côté de l'axe et cédant de l'autre côté à la pression du vent.

» Ce qui caractérise l'anémotrope, c'est que chaque palette motrice est mobile autour d'un axe *horizontal,* et que son poids est à peu près équilibré. Grâce à ce dispositif, chaque palette reprend périodiquement la position verticale sans choc. Au lieu d'y être ramenée par la poussée de l'air, elle y revient lentement par son propre poids, au fur et à mesure que la composante soulevante du vent devient insuffisante pour faire équilibre à l'action de la pesanteur. De là une grande douceur dans le fonctionnement. »

OPTIQUE. — *Méthode pour la mesure optique de longueurs pouvant atteindre plusieurs décimètres*. Note de MM. **A. Perot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. A. Cornu.

« La méthode que nous allons décrire permet de mesurer en longueurs d'onde, sans aucun pointé au microscope, une épaisseur donnée invariable, représentée par la distance de surfaces planes et parallèles de verre argenté, et aussi, par différence, l'épaisseur d'un étalon matériel à faces polies et approximativement planes et parallèles. Cette méthode est basée sur l'emploi des *franges de superposition* (1), que nous allons rappeler.

» Soient deux lames d'air, d'épaisseurs e et e', limitées toutes deux par des surfaces légèrement argentées. Un faisceau de lumière blanche traverse successivement ces deux lames. Si les épaisseurs satisfont presque exactement à la relation $\frac{e}{e'} = \frac{p}{q}$, p et q étant des entiers, il peut y avoir in-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 802, et *Ann. de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, p. 475; 1897.

terférence entre les rayons qui ont subi $2p$ réflexions dans la seconde lame et ont traversé directement la première, avec ceux qui ont traversé directement la première et ont subi $2q$ réflexions dans la seconde lame.

» Nous avons déjà utilisé ces franges dans le cas des petites épaisseurs; les lames sont alors optiquement ou directement superposées; les franges sont observées en *lumière parallèle,* normale aux deux lames; elles sont localisées dans le système de lames et dépendent des diverses épaisseurs des lames aux différents points. Dans le cas actuel, chacune des lames sera à faces parallèles; elles seront placées à la suite l'une de l'autre, et à une distance quelconque. Chacune des épaisseurs e et e' aura une valeur unique, et l'on observera un système de franges *localisé à l'infini,* dans lequel les diverses valeurs de la différence de marche sont dues aux variations d'incidence ; ce sont des interférences en *lumière convergente*.

» Examinons, en particulier, le cas où les deux lames ont des épaisseurs très peu différentes et font un petit angle α. On obtient, dans le plan focal de la lunette, un système de franges rectilignes, perpendiculaires au plan des normales aux deux lames (¹). Dans ce plan, la frange centrale blanche correspond à une direction qui fait avec la bissectrice des normales l'angle $\theta = \frac{e - e'}{e\alpha}$. L'angle $\varphi = \frac{\lambda}{2e\alpha}$ mesure l'intervalle angulaire de deux franges consécutives.

» La frange blanche se déplace dans le champ si l'on fait varier l'une des épaisseurs. Les franges s'élargissent quand on diminue l'angle α et tendent, pour $\alpha = 0$, vers la *teinte plate* qui correspond à la différence de marche $2(e - e')$; cette teinte plate est le blanc si les deux épaisseurs sont égales. De là un moyen pour constater l'égalité d'épaisseur de deux lames.

» Pratiquement, il n'est pas commode d'arriver à la teinte plate; il suffit de diminuer l'angle α jusqu'à ce que les franges soient très élargies; l'égalité des épaisseurs se traduira par ce fait que la frange centrale passe par le point du champ qui correspond à la bissectrice de l'angle des normales ($\theta = 0$), ou par la normale à l'une des lames.

» L'emploi de ces franges permet donc de *copier* une épaisseur donnée. On pourrait aussi, étant données deux épaisseurs différant de quelques longueurs d'onde, mesurer leur différence.

» Les résultats sont les mêmes si le rapport de e à e' est voisin de 2, à la

---

(¹) La théorie de ces franges est presque identique à celle des franges de Brewster (voir Mascart, *Traité d'Optique*, t. I, p. 456).

condition de remplacer e' par $2e'$ dans les équations précédentes. De là une méthode pour doubler une épaisseur ou pour en prendre la moitié. On pourra de même tripler, et probablement quadrupler une épaisseur, en remarquant toutefois que l'éclat des franges va en diminuant à mesure que le rapport commensurable des épaisseurs devient moins simple.

» D'autre part, nous avons décrit une méthode qui permet de déterminer en longueurs d'onde l'épaisseur de lames d'air pouvant aller jusqu'à 4^{cm} au moins, pourvu que l'on puisse faire varier un peu l'épaisseur.

» Supposons dès lors qu'il s'agisse de mesurer l'épaisseur d'un solide à faces approximativement planes et parallèles. On le placera entre les lames de verre argenté, réglables en orientation et en distance, d'un appareil analogue à notre spectroscope interférentiel, qui jouera ici le rôle de *compas*. En utilisant les images par réflexions multiples, on amènera les lames du compas à être parallèles entre elles et, autant que possible, aux faces du solide à mesurer, en laissant entre le solide et les lames argentées une épaisseur de quelques dizaines de microns. On copiera alors, par la méthode précédente, l'épaisseur du compas sur un second appareil à lames parallèles ; on en prendra la moitié, ou le tiers, etc., de manière que l'épaisseur ainsi obtenue soit moindre que 4^{cm}.

» Aussitôt ce résultat obtenu, on éclaire ce dernier système de lames par la lumière du cadmium, et l'on mesure le diamètre angulaire de l'anneau vert central, ce qui fait connaître la fraction de demi-longueur d'onde dont l'épaisseur de la lame dépasse $\frac{1}{2}N\lambda$, N étant le numéro de l'anneau ainsi observé. Simultanément, un autre observateur mesure les petites épaisseurs comprises entre les faces du compas et celles du solide à mesurer, épaisseurs que l'on prendra en des points repérés des faces du solide (1) ; nos *lames étalons* (2) permettent de faire cette mesure très rapidement. Enfin, on détermine, par une méthode précédente, le numéro N.

» Avec un appareil provisoire, construit presque entièrement en bois, nous avons pu mesurer, en longueurs d'onde, l'épaisseur d'un cube de verre de 3^{cm} de côté. Le succès d'une mesure faite dans des conditions aussi défavorables montre que l'invariabilité de l'appareil n'est pas nécessaire. Le compas étant convenablement réglé, la mesure comprend quatre opérations distinctes : 1° copier l'épaisseur du compas ou en prendre la

---

(1) La mesure a ainsi un sens bien précis, quand bien même les faces du solide ne seraient pas exactement planes et parallèles.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, p. 484; 1897.

moitié, ou le tiers, etc.; 2° mesurer la quantité dont l'épaisseur ainsi obtenue dépasse $\frac{1}{2}N\lambda$; 3° mesurer les petites épaisseurs qui existent entre les faces du compas et celles du solide; 4° déterminer le numéro N. Cette dernière opération n'exige aucune fixité; la seconde et la troisième sont très courtes et se font simultanément, immédiatement après la première. Celle-ci peut même être supprimée si l'épaisseur à mesurer est moindre que 4^{cm}, la deuxième et la quatrième opération pouvant être alors faites directement sur le compas, pourvu que celui-ci soit susceptible des déplacements nécessaires.

» L'emploi des franges de superposition paraît possible avec des épaisseurs théoriquement quelconques. Les réglages deviennent certainement plus difficiles pour de grandes épaisseurs, mais paraissent possibles avec des appareils bien stables. On pourrait alors mesurer, avec un très petit nombre d'opérations intermédiaires et *presque simultanées,* des épaisseurs de plusieurs décimètres, et peut-être de 1^{m} et plus, représentées par la distance des faces d'un solide donné ou par la distance de deux lames parallèles de verre argenté. Soit, par exemple, une épaisseur de 1^{m}, représentée par un étalon à bouts. On pourra, au moyen d'un système de lames réglables, prendre le quart de l'épaisseur du compas, puis encore le quart de l'épaisseur de ce système, ce qui conduira à une épaisseur de $0^{m},05$ que l'on pourra sans doute mesurer directement en longueurs d'onde. Les trois opérations étant presque simultanées, on sera à l'abri de toute erreur provenant de variations progressives dans l'état de l'appareil. On voit que la mesure ainsi faite ne comprend aucun pointé au microscope. Le passage de l'étalon à bouts à un étalon à traits paraît d'ailleurs possible, au moyen de microscopes liés aux faces du compas. »

ÉLECTRICITÉ. — *Influence de la trempe sur la résistance électrique de l'acier.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Carnot.

« Dans des recherches antérieures (1) j'ai montré que la résistance électrique de l'acier à 0,85 pour 100 de carbone prenait, après trempe à 750°, une valeur une fois et demie plus grande. M. Barus, par contre, a trouvé (2) que pour les aciers durs cette résistance pouvait plus que

(1) *Comptes rendus,* t. CXII, p. 40; 1891.
(2) *U. S. geological Survey,* t. XIV, p. 20; 1885.

tripler, mais il ne donne ni la composition des aciers étudiés, ni la température de trempe; il indique seulement leur provenance. Il y avait entre ces résultats un désaccord tel que de nouvelles expériences étaient nécessaires.

» Je dirai, de suite, que des aciers de même provenance que ceux de M. Barus m'ont donné une teneur en carbone de 1,16 pour 100, c'est-à-dire notablement supérieure à celle des aciers que j'avais employés. J'ai reconnu que trempés à 950° ils prenaient, en effet, une résistance triple. Je n'avais pas dans mes premières recherches dépassé la température de 750° qui est celle employée dans l'industrie pour les aciers durs à outils; leur qualité est d'autant meilleure que la trempe a été faite à plus basse température.

» *Influence de la température de trempe.* — Le premier point à élucider était l'influence de la température de trempe; voici deux séries d'expériences relatives à des aciers à 0,84 et 1,13 pour 100 de carbone.

Acier à 0,84 *de carbone. — Résistance à* 15° = 16.

Température.....	710°	740°	810°	850°	1000°
R. après trempe / R. avant trempe.....	1	1,3	2,1	2,2	2,2

Acier à 1,13 *de carbone. — Résistance à* 15° = 18.

Température.....	710°	740°	810°	850°	950°
R. après trempe / R. avant trempe.....	1	1,3	1,6	2,1	3

» Ces résultats montrent d'abord que la trempe ne modifie la résistance électrique de l'acier que si elle a été effectuée au-dessus de la température de récalescence (710°); c'est donc la même condition que pour le changement des propriétés mécaniques. La résistance électrique croît ensuite avec la température de trempe jusqu'à une valeur d'autant plus élevée que l'acier est plus riche en carbone. L'accroissement de résistance que le fer éprouve par la présence du carbone de trempe est en moyenne de 45 microhms par 1 pour 100 en poids de carbone, ou de 7 microhms par 1 atome pour 100 du même corps. C'est précisément l'accroissement que j'ai trouvé précédemment pour le silicium (1).

» On sait, par les recherches de M. Osmond, que le carbone de trem[illegible]

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1709; 1898.

est réparti d'une façon homogène dans le métal, l'acier trempé étant une véritable solution solide de carbure de fer Fe^3C dans le fer en excès. Cette influence du mélange homogène sur la résistance électrique paraît générale ; les impuretés qui, à l'état de traces, augmentent parfois tellement la résistance de certains autres métaux, s'y trouvent également à l'état de solution solide ou de mélange isomorphe, telles les traces d'argent dans le cuivre, ou de cuivre dans l'argent.

» *Influence de la présence de corps autres que le carbone.* — Je donnerai seulement ici deux séries de mesures faites l'une sur des aciers au tungstène et l'autre sur des aciers au chrome.

Aciers au tungstène (1).

	Composition chimique.			
	I.	II.	III.	IV.
Carbone	0,6	0,55	0,76	1,11
Tungstène	5	2,9	2,7	2,7
Silicium	0,02	0,2	0,3	0,32
Manganèse	0,3	0,4	0,44	0,38
Résistance à 15°	21	18	18,5	20

Rapport des résistances après et avant trempe.

I.		II.		III.		IV.	
760°	1	750°	1,2	730°	1,4	720°	1
800	1,4	800	1,4	780	1,6	730	1,3
850	1,5	1100	1,8	850	1,7	850	1,4
1100	1,8			1100	2	1100	2,2

Aciers au chrome.

	Composition chimique.		
	I.	II.	III.
Carbone	0,5	0,82	1,07
Chrome	2,5	2,8	2,4
Silicium	0,27	0,27	0,36
Manganèse	0,23	0,21	0,21
Résistance à 15°	19,5	21,5	24

(1) Un acier à 7 pour 100 de tungstène, employé pour la fabrication de certains outils de tour qui ne sont pas trempés, a présenté une résistance spécifique de 24,5 microhms, et, après trempe à 800°, de 35,50 microhms.

Rapport des résistances après et avant trempe.

I.		II.		III.	
740°	1,0	780°	1,3	730°	1,3
800	1,3	1100	3,1	850	1,5
820	1,5			1100	3,0
1100	2,1				

» On remarquera combien sont différentes l'influence du tungstène et celle du chrome. Aux températures élevées, ce dernier métal exagère l'accroissement de résistance qu'aurait produit la trempe sur un acier au carbone seul, tandis que le tungstène la diminue. On est conduit à penser que le chrome, métal analogue au fer, reste après la tempe, au moins en partie, à l'état de mélange isomorphe, comme le font en tout état le nickel et le manganèse. Rien de semblable ne se produit avec le tungstène, dont les composés doivent, aussi bien avant qu'après trempe, rester isolés dans la masse. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le redressement des courants alternatifs* (1). Note de M. **P. Janet**, présentée par M. Mascart.

« Au cours de quelques recherches que j'ai entreprises sur les moteurs synchrones et les commutatrices, j'ai été amené à étudier le problème suivant :

» *Étant donné un anneau Gramme, muni d'un collecteur et de deux balais, mais dépourvu d'inducteurs, ou à inducteurs non excités : au moyen de deux bagues et de deux frotteurs, on alimente deux points* A *et* B *diamétralement opposés, pris sur l'anneau, par une tension alternative de pulsation* ω *dont on maintient constante la valeur efficace; l'anneau étant amené au synchronisme sous l'action d'un moteur auxiliaire, quelle sera la nature de la tension recueillie aux balais?*

» Pour résoudre cette question, il revient évidemment au même de supposer l'anneau fixe, et les balais tournent avec une vitesse ω. Soit

$$(1) \qquad V_A - V_B = A \sin \omega t$$

la différence de potentiel supposée sinusoïdale, entre les deux points A

(1) Laboratoire central d'Électricité.

et B; soit XY une ligne faisant avec AB un angle φ; on pourra représenter approximativement la différence de potentiel aux extrémités de cette ligne par

$$V_X - V_Y = A \cos\varphi \sin\omega t. \tag{2}$$

Si maintenant XY est la ligne de contact des balais, φ croît proportionnellement au temps

$$\varphi = \alpha + \omega t,$$

α étant l'angle de la ligne des balais avec la ligne AB à l'époque où la différence de potentiel passe par zéro; d'où

$$V_X - V_Y = A \sin\omega t \cos(\alpha + \omega t) = -\frac{A}{2}\sin\alpha + \frac{A}{2}\sin(2\omega t + \alpha).$$

La tension recueillie aux balais sera la superposition d'une tension continue $-\frac{A}{2}\sin\alpha$ et d'une tension alternative $\frac{A}{2}\sin(2\omega t + \alpha)$; la valeur moyenne de la tension aux balais sera

$$E_{moy} = \frac{A}{2}\sin\alpha,$$

et la valeur efficace

$$E_{eff} = \sqrt{\frac{A^2}{4}\sin^2\alpha + \frac{A^2}{8}} = \frac{A}{2\sqrt{2}}\sqrt{2 - \cos 2\alpha}.$$

Sous cette forme, on voit :

» 1° Que la tension moyenne est une fonction sinusoïdale, de période 2π, de l'angle α;

» 2° Que la tension efficace est une fonction sinusoïdale, de période π, de l'angle α;

» 3° Que la tension efficace est maximum en même temps que la tension moyenne et maximum quand celle-ci est nulle.

» Pour mettre ces divers points en évidence, au moins d'une manière qualitative, j'ai employé la disposition suivante :

» Deux petites machines Gramme identiques sont accouplées rigidement l'une à l'autre, leurs axes étant en prolongement, mais pouvant, au moyen d'un index, d'un plateau divisé en vingt-quatre parties égales et d'une vis de pression, recevoir des décalages connus l'un par rapport à l'autre. La première machine, convenablement disposée, fonctionne en moteur synchrone (courant du secteur de la rive gauche). L'anneau de la deuxième est en étude, et les deux points A et B de tout à l'heure sont soumis à une

tension alternative de 65 volts efficace, prise également sur le même secteur. Si le moteur fonctionne dans des conditions toujours identiques, son induit a une position fixe dans l'espace au moment où la différence de potentiel aux bornes AB est nulle : on a donc le moyen de faire varier à volonté l'angle α en décalant les deux arbres l'un par rapport à l'autre, et cet angle α est simplement lu (à une constante additive près) sur le plateau divisé qui sert de manchon d'accouplement. La tension moyenne aux balais est mesurée avec un voltmètre Chauvin et Arnoux, et la tension efficace avec un voltmètre thermique Hartmann et Braun. Voici les résultats d'une série de mesures :

Position de l'index.	Tension moyenne. *a.*	Tension efficace. *b.*	Position de l'index.	Tension moyenne. *a.*	Tension efficace. *b.*
0	+23	36	12	—25,5	39,8
1	+20,5	35,5	13	—20,5	35,7
2	+15	30	14	—14,5	30,1
3	+ 9	26	15	— 7	25,5
4	+ 0	23	16	+ 3,5	23
5	— 9	24,5	17	+12,5	26,2
6	—17,5	31	18	+20	33,5
7	—27	41	19	+28,5	42,5
8	—31,5	45,5	20	+31	46
9	—33	47	21	+30,5	45
10	—33	47	22	+28	42,3
11	—30	43,8	23	+25	39

» La vérification est complète au point de vue qualitatif. Au point de vue quantitatif, il est loin d'en être ainsi : en particulier, la différence des carrés des tensions $b^2 - a^2$, qui représente le carré de la tension alternative efficace, devrait être constante, tandis qu'en réalité elle dépend de l'angle α. Il est très probable que cette divergence est due à la présence des harmoniques supérieurs qui sont certainement importants dans la tension de la rive gauche. Si l'on adopte cette manière de voir et que l'on représente par

$$E = A \sin \omega t + B \sin (3\omega t - \varphi) + \dots$$

la tension aux bornes, il est facile de démontrer que *le premier terme seul est capable de donner une tension continue*, et que cette tension est égale à $\frac{A}{2}$; on en déduit immédiatement une évaluation numérique de A : par

exemple, dans l'expérience précédente, on a

$$E_{eff} = 65, \qquad \frac{A}{2} = 33, \qquad A = 66,$$

ou sensiblement

$$A = E_{eff}.$$

On arriverait ainsi à la conclusion suivante :

» Dans le développement en série de Fourier de la tension du secteur de la rive gauche, le coefficient du terme principal serait numériquement égal à la valeur efficace de la tension. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la multiplication paradoxale de la décharge dérivée d'un condensateur*. Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« Le circuit qui réunit les armatures d'une jarre comprend un excitateur principal et une bobine appelée *bobine totale;* ce circuit se bifurque ensuite en deux dérivations dont l'une est interrompue par le champ intrapolaire d'un excitateur dérivé et dont l'autre est continue et formée d'une bobine dérivée ; le deuxième point de bifurcation est réuni, par un conducteur court, à la deuxième armature.

» Lorsqu'une étincelle éclate à l'excitateur principal, elle provoque une étincelle dérivée à l'excitateur dérivé, si la distance explosive de ce dernier est suffisamment petite.

» Il a été démontré expérimentalement que, si la distance explosive dérivée est supérieure à une certaine limite, *la quantité d'électricité qui traverse la bobine dérivée est de beaucoup supérieure à la charge du condensateur* (1).

» Plusieurs explications ont été proposées pour rendre compte de cette multiplication paradoxale de la décharge dérivée.

» Edlund y voyait la preuve de l'existence d'une force contre-électromotrice de l'étincelle; il imagina aussi que l'étincelle dérivée jouait le rôle de soupape électrique. Ces deux explications doivent être rejetées.

» En appliquant au problème les lois générales de l'induction, comme

(1) Edlund, *Pogg. Ann.*, t. CXXXIV. — Swyngedauw, *Comptes rendus*, 23 avril 1894.

l'a fait W. Thomson pour la décharge dans un circuit continu unique, on trouve une solution assez simple et assez complète, à condition de faire quelques simplifications autorisées par les propriétés de l'étincelle et des circuits induits.

» I. Les expériences de Riess montrent que, si l'on fait traverser par une décharge un circuit interrompu par une étincelle et dont la résistance métallique est de quelques ohms, la chaleur dégagée dans l'étincelle est négligeable par rapport à la chaleur dégagée dans le fil. Il en résulte : 1° que la résistance moyenne de l'étincelle est négligeable par rapport à celle du fil; 2° que, puisque cette résistance peut être considérée comme infinie dans les premiers instants de la décharge, il faut qu'elle atteigne, en un temps très court par rapport à la durée totale de la décharge, une valeur très petite par rapport à une résistance de quelques ohms.

» Cette valeur très petite sera atteinte en une fraction de période dans les décharges oscillatoires; nous admettrons donc que, malgré la présence des étincelles à partir de cet instant très voisin du début de la décharge, les résistances des diverses branches du circuit pourront être considérées comme des constantes; on prendra dans la suite cet instant comme origine des temps.

» II. On négligera l'induction mutuelle des circuits devant l'induction propre, ce qui sera d'autant plus voisin de la vérité que les circuits, principal et dérivés, seront plus éloignés l'un de l'autre.

» Dans ces conditions, on trouve qu'à partir de l'instant où les résistances deviennent constantes :

» *Dans la bobine dérivée, le courant décroît sans changer de sens sous la forme d'un extra-courant de rupture;*

» *Dans la bobine totale, le courant suit les lois de la décharge dans un circuit uniquement formé du circuit principal,* comme si l'étincelle dérivée mettait en contact direct les points de bifurcation des circuits dérivés;

» *La multiplication de la décharge dérivée n'est possible que si la décharge est oscillatoire dans le circuit principal.*

» Si la période d'oscillation de la décharge est de l'ordre du $\frac{1}{100000}$ de seconde et le circuit dérivé peu résistant, il suffit que le courant dans la bobine dérivée soit, à l'origine du temps, de l'ordre du $\frac{1}{30}$ du courant maximum dans la bobine totale pour que la décharge dérivée soit dix fois plus grande que la charge totale du condensateur.

» La théorie rend compte de la marche générale du phénomène et des diverses particularités observées par les auteurs qui ont traité la question. »

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Résistance du corps humain dans la période d'état variable du courant galvanique*. Note de **M. Dubois** (de Berne), présentée par M. Lippmann.

« Dans ma Note du 12 juillet 1897 j'ai démontré, par des expériences physiologiques, que de minimes résistances rhéostatiques entravent l'action physiologique d'une fermeture de courant beaucoup plus que la résistance considérable du corps humain.

» J'ai attribué cette abolition de l'effet physiologique *à la prolongation de la durée de la période d'état variable*.

» J'ai voulu déterminer par de nouvelles expériences la valeur relative de la période d'état variable dans diverses conditions de résistance, de self-induction et de capacité du circuit.

» Mon procédé est le suivant :

» Un condensateur de capacité C, mis en communication avec une source électrique au potentiel V, prend aussitôt une charge $Q = CV$ qu'on peut mesurer au galvanomètre balistique.

» Au lieu de charger à l'aide d'une clef de circuit, j'établis le contact entre la batterie de charge et le condensateur *par le choc d'une bille d'acier contre une masse d'acier*.

» Ce contact est de si courte durée, que la rupture du circuit a lieu en pleine période d'état variable. Je détermine ainsi une des ordonnées de la courbe et, mettant dans le circuit de charge des résistances diverses, solénoïdes, rhéostats, corps humain, je puis mesurer les durées relatives de la période d'état variable, d'après la valeur de la *charge partielle* que reçoit le condensateur.

» *Exemple*. — Une batterie de $10^{volts},2$ chargeant à refus un condensateur de 2 microfarads donne à mon galvanomètre une élongation de 106.

» Chargé par le court contact de la bille d'acier, la décharge ne produit qu'une élongation de 90, *charge partielle* représentant 85 pour 100 de la charge totale.

» Interposant diverses résistances sur le chemin de charge, j'ai constaté les faits suivants :

» 1° *Les résistances dont le coefficient de self-induction et la capacité sont négligeables ralentissent le flux en raison directe de leur résistance ohmique;*

» 2° *Les solénoïdes opposent à l'établissement du courant une résistance beaucoup plus grande que leur résistance ohmique;*

» 3° *L'insertion d'un condensateur de capacité convenable aux bornes de la résistance annule l'effet aussi bien de la résistance ohmique que de la self-induction;*

» 4° *La résistance du corps représente, en période d'état variable, une résistance beaucoup plus faible que sa résistance ohmique. Sa capacité annule sa résistance.*

» *Exemples :*

	Charge partielle.
A travers rhéostat de graphite de 410 ohms	16,5
» » liquide de 410 ohms	17
» » métallique de 410 ohms	16,5
» le corps humain de 6500 ohms	9,4

» Le corps se comporte comme une résistance de 740 ohms et, en effet, si l'on substitue au corps un rhéostat de cette valeur, on a l'élongation de 9,4.

	Charge partielle
A travers rhéostat de 1000 ohms	21,5
» » 2000 »	11,4
» » 4000 »	5,5
» le corps de 3638 »	26,7

» Le corps équivaut à un rhéostat de 750 ohms.

» 5° *Cette résistance du corps, pour la période d'état variable, reste fixe pour les mêmes points d'application des électrodes, en dépit des grandes variations de la résistance ohmique.*

» *Exemple :* Par l'action des courants galvaniques je fais tomber la résistance du corps de 51500 à 3029. Les élongations mesurant la charge partielle restent constamment 7,5 à 8, représentant une résistance invariable d'environ 400 ohms.

» 6° *Cette résistance croît avec la longueur du segment du corps interposé et dépend aussi de la surface des électrodes.*

» *Exemples :*

Du poignet à l'avant-bras le corps représente	400 ohms
Du poignet au bras le corps représente	460 »
Du poignet à la nuque le corps représente	600 »
Du poignet à la plante du pied le corps représente	900 »
Du pied à l'autre le corps représente	900 »
D'une main à l'autre le corps représente	900 »

» On obtient ces chiffres aussi bien par la comparaison des élongations que par la substitution du rhéostat au corps humain.

» Pour diverses électrodes dont la surface varie comme 4, 36 et 64, j'ai des élongations de 8, 14 et 42 représentant des résistances de 2100, 700 et 400 ohms.

» 7° *Le corps est un condensateur à diélectrique liquide, d'une capacité d'environ* 0,165 *microfarad.*

» La détermination de cette capacité n'est pas possible en chargeant à refus, à cause de la polarisation qui survient. Elle est, au contraire, facile par ma méthode *du court contact de la bille d'acier*. Ces faits, faciles à constater, confirment tous les résultats que m'avait donnés l'analyse physiologique dans ma première Note. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfoantimonites des métaux alcalino-terreux* (1). Note de M. **Pouget**, présentée par M. Troost.

« Poursuivant l'étude des sulfoantimonites (2), j'ai fait agir le sulfure d'antimoine sur les sulfures alcalino-terreux; les résultats que j'ai obtenus sont les suivants :

» *Sels de baryum.* — Le sulfure de baryum est peu soluble dans l'eau, mais l'action de l'hydrogène sulfuré sur les dissolutions de baryte permet de préparer des dissolutions dont la composition peut être représentée par $Ba(SH)^2 + nH^2O$ et $BaS + nH^2O$, cette dernière étant obtenue en mélangeant la première avec une quantité équivalente de baryte.

» Le sulfure d'antimoine, traité par une dissolution de sulfhydrate en proportion plus grande que celle qui correspond à $Sb^2S^3 + 3Ba(SH)^2$, ne se dissout que difficilement, même à chaud. Dans ce cas, il se transforme en une masse d'abord verte, puis jaune et d'apparence cristalline, d'orthosulfoantimonite $Sb^2S^6Ba^3 + 8H^2O$. Le liquide surnageant contient ce même corps en dissolution; par refroidissement il se dépose sous forme de petites écailles cristallines blanches très brillantes qui deviennent jaunes d'or par dessiccation dans l'air sec; dans cet état leur constitution est la même $Sb^2S^6Ba^3 + 8H^2O$.

» A froid la réaction se fait beaucoup plus lentement; elle n'était pas terminée après quinze jours de contact.

» Avec le sulfure neutre ($BaS + nH^2O$) et à chaud les résultats obtenus sont identiques; le produit final de la réaction est encore l'orthosulfoantimonite.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Rennes.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1445 et 1518; t. CXXVI, p. 1144.

» A froid il n'en est plus de même; le sulfure d'antimoine se transforme rapidement en une masse cristalline d'un gris verdâtre de pyrosulfoantimonite $Sb^2S^5Ba^2 + 8H^2O$, si le sulfure de baryum n'est pas en excès; dans le cas contraire on obtient un mélange d'ortho et de pyro.

» Ces corps sont facilement décomposés par l'eau, qui leur enlève du sulfure de baryum; le produit de cette décomposition est une substance amorphe jaune marron, de formule $Sb^4S^9Ba^3 + 10H^2O$.

» *Sels de strontium.* — Les solutions de sulfure de strontium étaient préparées comme celles de baryum; le sulfure d'antimoine, traité par une proportion de sulfhydrate correspondant à $Sb^2S^3 + 3Sr(SH)^2$, se dissout presque complètement. Par refroidissement la dissolution laisse déposer des écailles cristallines blanches d'orthosulfoantimonite $Sb^2S^6Sr^3 + 10H^2O$.

» L'eau-mère évaporée dans le vide donne de petits cristaux jaunes, quelquefois légèrement brunâtres, de pyrosulfoantimonite $Sb^2S^5Sr^2 + 15H^2O$. Ils paraissent appartenir au système anorthique.

» Avec le sulfure neutre $SrS + nH^2O$, la dissolution par refroidissement ou évaporation dans le vide ne donne que ce dernier composé. Il est, d'ailleurs, soluble dans l'eau sans décomposition appréciable.

» *Sels de calcium.* — L'action de l'hydrogène sulfuré sur la chaux en suspension dans l'eau fournit une dissolution d'hydrosulfure de calcium, dont la composition peut être représentée par $Ca[SH]^2 + nH^2O$. Si l'on ajoute de la chaux à cette dissolution, il se forme un précipité généralement verdâtre et le liquide surnageant conserve la même composition. Cette dissolution dissout facilement, surtout à chaud, le sulfure d'antimoine; par évaporation dans le vide, on obtient de beaux cristaux incolores, dont les dimensions atteignent parfois $0^m,01$, de pyrosulfoantimonite $Sb^2S^5Ca^2 + 15H^2O$; comme le sel correspondant de strontium, il est cristallisé dans le système anorthique; comme lui, il est soluble sans décomposition.

» La concentration à chaud, même en présence d'un excès d'hydrosulfure de calcium, n'a pas permis de préparer l'orthosulfoantimonite : on sait que les dissolutions d'hydrosulfure soumises à la chaleur perdent de l'hydrogène sulfuré et se transforment en hydroxysulfure de calcium. Un phénomène analogue se produit par la concentration à chaud de la solution de sulfure d'antimoine : elle perd de l'hydrogène sulfuré et, lorsque la concentration est suffisamment avancée, il se dépose des paillettes cristallines rouges insolubles dans l'eau, correspondant à la formule SbS^2CaOH.

» Le même corps peut d'ailleurs être obtenu en partant d'une dissolution d'hydroxysulfure de calcium.

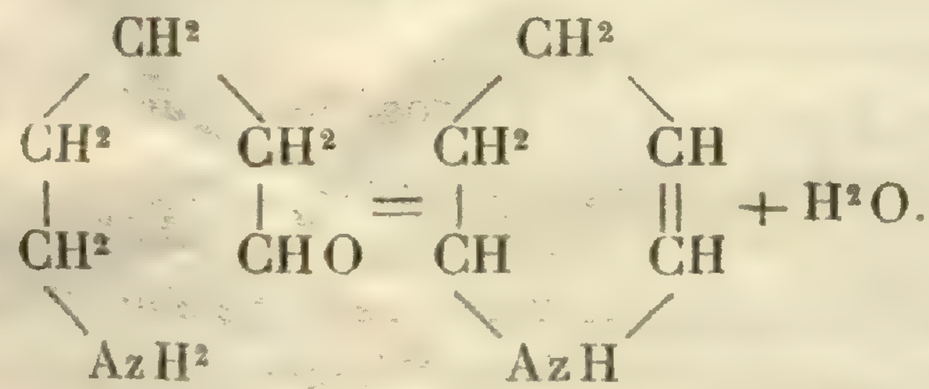
» L'eau-mère évaporée dans le vide laisse déposer du pyrosulfoantimonite.

» Tous ces composés s'oxydent très facilement à l'air, et ces préparations doivent être faites dans un courant d'hydrogène.

» L'action du sulfure d'antimoine sur les sulfures alcalino-terreux permet donc de préparer des ortho- et des pyrosulfoantimonites; les analogies du calcium et du strontium se retrouvent dans les composés pyro, celles du strontium et du baryum dans les composés ortho. »

THERMOCHIMIE. — *Bases pyridiques*. Note de M. **Marcel Delépine.**

« La plupart des modes de synthèse des dérivés pyridiques consistent en une élimination d'eau entre une fonction amine et une fonction aldéhydique ou acétonique et permettent ainsi de les rattacher aux fonctions azotées dérivées des aldéhydes. Je me bornerai ici à l'étude de la pyridine elle-même et à celle de ses hydrures. Ces premiers termes offrent peu de synthèses directes que l'on puisse considérer comme résultant du conflit unique d'une fonction aldéhydique et d'une fonction azotée ; mais il en existe une, extrêmement importante, car elle constitue en même temps le lien qui unit la série grasse à la série pyridique : c'est la synthèse de la tétrahydropyridine ou pipéridéine par le δ-aminovaléraldéhyde



» Il est vrai que la pipéridéine C^5H^9Az n'est bien connue que sous la forme polymérisée $(C^5H^9Az)^2$; mais j'ai cru devoir aborder la question pour jeter un premier aperçu sur les relations thermochimiques qui existent dans cette série. A cet effet, j'ai étudié les corps suivants : pyridine, pipéridine, chloropipéridine, pipéridéine et δ-aminovaléraldéhyde.

» *Pyridine* C^5H^5Az et *pipéridine* $C^5H^{11}Az$. — Ces deux substances avaient été déjà étudiées par Thomsen qui les avait brûlées sous forme gazeuse. Je me suis permis de refaire cette étude en les brûlant sous forme liquide, puis déterminant leurs chaleurs de volatilisation et leurs chaleurs spécifiques. Voici l'ensemble des résultats rapportés à la molécule :

			Pyridine.	Pipéridine.
Chaleurs spécifiques (entre 16° et 96°-98°)			$33^{cal},5$	$44^{cal},1$
Chaleurs de volatilisation			$8^{Cal},57$	$7^{Cal},9$
Chaleurs de combustion	à l'état liquide	à vol. const.	$664^{Cal},68$	$825^{Cal},21$
		à press. const.	$665^{Cal},1$	$826^{Cal},5$
	à l'état gazeux à press. const.		$673^{Cal},7$	$834^{Cal},4$
Chaleurs de formation	à l'état liquide		$-21^{Cal},1$	$+24^{Cal},5$
	à l'état gazeux		$-29^{Cal},7$	$+16^{Cal},6$

» Thomsen avait trouvé respectivement, pour chaleurs de combustion à l'état gazeux

de la pyridine et de la pipéridine, 675^{Cal}, 1 et 833^{Cal}, 8. Les différences sont minimes, sans doute en raison de la compensation des erreurs de signe contraire que comportent les procédés de cet auteur.

» *Chloropipéridine* $C^5H^{10}AzCl$. — Aux divers procédés décrits pour l'obtention de ce corps j'ai été amené à substituer le suivant qui donne instantanément la chloropipéridine avec un rendement théorique : il suffit de mêler la pipéridine avec une solution concentrée commerciale d'un hypochlorite alcalin ; après quelques secondes d'agitation, la chloropipéridine vient surnager, en majeure partie, sous forme d'une huile presque incolore, à odeur vive, suffocante; le reste s'extrait avec un peu d'éther. J'ai trouvé les points d'ébullition : 58° sous 39^{mm} et 55° sous 30^{mm} de Hg, alors que Lellmann et Geller indiquent 52° sous 25^{mm} (1). J'ai pris aussi la densité de ce liquide et trouvé $D_{4°}^{0°} = 1,0667$; $D_{4°}^{17°} = 1,0517$. Les déterminations thermochimiques ont donné les résultats suivants :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant.....	789,6
	à pression constante.....	790,6
Chaleur de formation par les éléments.....		+ 30,8

» De cette dernière valeur on déduit :

$C^5H^{10}.AzH$ liq. + Cl^2 gaz. = $C^5H^{10}AzCl$ liq. + HCl gaz.....	+ 28^{Cal}, 3
$C^5H^{10}.AzH$ diss. + ClOH diss. = $C^5H^{10}AzCl$ liq. + H^2O liq.	+ 37^{Cal}, 2

» Le premier chiffre, 28^{Cal}, 3, correspond assez bien à la valeur moyenne de la chaleur de substitution du chlore dans les corps organiques. Le second nous explique pourquoi la pipéridine déplace les alcalis dans les hypochlorites, réaction manifeste avec l'hypochlorite de chaux qui donne un volumineux précipité d'hydrate de chaux. En effet, ces alcalis dégagent, au plus, 10^{Cal} dans leur union avec l'acide hypochloreux, au lieu de + 37^{Cal}, 2. Mais ce déplacement ne résulte pas d'une simple substitution d'une base à une autre, la réaction étant en réalité plus complexe et la mise en liberté de la chaux résultant de la destruction de l'acide hypochloreux.

» Par l'action de l'hypobromite de soude, on obtient également, en quantité théorique, la bromopipéridine (Br pour 100 : trouvé, 48,28; calculé, 48,78). C'est une huile jaune, pesante, d'odeur vive, beaucoup plus instable que la chloropipéridine, déflagrant spontanément au bout d'un certain temps. Cette réaction tendrait à la faire regarder, non comme un produit simple de substitution bromée, mais comme un alcalamide dérivé de l'acide hypobromeux.

» *Pipéridéine* C^5H^9Az, mieux *Dipipéridéine* $(C^5H^9Az)^2$. — Ce corps s'obtient

(1) *Berichte*, t. XXI, p. 1922.

par l'action de la potasse alcoolique sur la chloropipéridine :

$$C^5H^{10}AzCl + KOH = C^5H^9Az + KCl + H^2O.$$

» Le produit que j'ai utilisé bouillait à 221° sous 36^{mm}, à 218° sous 32^{mm} de Hg. Il ne tarda pas à se solidifier en cristaux fusibles à 61°, ayant la composition théorique. Son étude thermochimique a donné les résultats suivants :

		Cal
Chaleur de combustion de $(C^5H^9Az)^2$	à volume constant	$2 \times 766,37$
	à pression constante....	$2 \times 767,4$
Chaleur de formation d'une molécule $(C^5H^9Az)^2$		$+2 \times 14,6$

» *δ-Aminovaléraldéhyde* $C^5H^{11}AzO$. — En suivant les indications précises de Wolfenstein (1), j'ai obtenu ce corps, pur, en cristaux fusibles à 39°, dont l'étude thermochimique a donné les nombres suivants :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant	805,55
	à pression constante.....	806,55
Chaleur de formation à l'état solide		44,45

» Tels sont les résultats dans cette série. Le plus important résulte de la considération de l'équation suivante :

$$\underbrace{2\,C^5H^{11}AzO \text{ solide}}_{\text{δ-Aminovaléraldéhyde.}} = \underbrace{(C^5H^9Az)^2 \text{ sol.}}_{\text{Dipipéridéine.}} + 2\,H^2O \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +2 \times 40^{Cal},5$$

» Le dégagement de chaleur est très grand et nous explique l'impossibilité d'effectuer la réaction inverse; il est vrai qu'il s'agit ici d'un cas exceptionnel; il faudrait retrancher de $40^{Cal},5$ la valeur inconnue de la chaleur de polymérisation de $2C^5H^9Az$ en $(C^5H^9Az)^2$; mais, même en supposant cette valeur égale, par exemple, à celle de la polymérisation de l'amylène C^5H^{10} en diamylène $(C^5H^{10})^2$, soit $11^{Cal},8$, il resterait encore un chiffre très élevé, analogue à ceux que j'ai signalés dans la série quinoléique (2) et susceptible des mêmes considérations.

» L'hydrogénation de la pyridine et l'oxydation de la pipéridine sont des réactions exothermiques :

C^5H^5Az liq.	$+ 3H^2$ gaz. $= C^5H^{11}Az$ liq.	$+3 \times 15,2$
C^5H^5Az liq.	$+ 2H^2$ gaz. $= \frac{1}{2}(C^5H^9Az)^2$ sol	$+2 \times 17,8$
$C^5H^{11}Az$ diss.	$+ \underbrace{H^2O^2 \text{ liq.}}_{\text{Eau oxygénée.}} = \underbrace{C^5H^{11}AzO \text{ diss.}}_{\text{Aminovaléraldéhyde.}} + H^2O$ liq....	$+35,2 + D$

D étant la chaleur de dissolution de l'aminovaléraldéhyde.

(1) *Berichte*, t. XXV, p. 277.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 964.

» Enfin, comme pour les quinoléines, la chaleur de formation de la pyridine est faible et négative. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques bases dérivées de la pipéridine.* Note de M. G. ANDRÉ.

« J'ai soumis à une nouvelle étude les bases qui dérivent de la pipéridine et des carbures éthyléniques, tels que l'éthylène, le propylène et son isomère le triméthylène. La première de ces bases a été déjà l'objet de recherches de la part de Brühl. J'ai également examiné quelques bases oxygénées nouvelles dérivées de la glycérine. Tous ces corps sont biazotés; ceux dérivés des carbures ne renferment pas d'oxygène, ceux dérivés de la glycérine sont oxygénés.

» I. *Dipipéridine-éthylène.* — Cette base a déjà été obtenue par Brühl (*Berichte*, t. IV, p. 739) ; cet auteur en a également décrit le dibromhydrate. Le dichlorhydrate prend facilement naissance quand on ajoute, à froid, à deux molécules de pipéridine une molécule de chlorure d'éthylène : la réaction se fait peu à peu et le liquide se remplit bientôt de fines aiguilles. A 100°, la réaction est plus rapide, il y a prise en masse par refroidissement et formation d'un magma cristallin. On peut diluer le liquide au début avec de l'alcool absolu. On obtient ainsi un produit d'addition

$$C^2H^4Cl^2.(C^5H^{11}Az)^2.$$

Trouvé : Cl = 26,59. Calculé : Cl = 26,39. Ce composé cristallin, ainsi que le dibromhydrate, traité par la potasse aqueuse, fournit la *dipipéridine-éthylène*

$$(C^5H^{10}Az)^2C^2H^4,$$

que l'on prépare très aisément en chauffant pendant une heure, au réfrigérant ascendant, une molécule de bromure d'éthylène et deux molécules de pipéridine en présence d'un excès de potasse aqueuse. On décante ensuite la couche huileuse surnageante, on la sèche sur de la potasse et on la rectifie. La base bout à 261°(H = 760^{mm}). C'est une huile incolore, à odeur faible de pipéridine; sa densité à 0° est égale à 0,9364. Brühl décrit cette base comme étant solide à 4°; je n'ai pu la solidifier, même à — 23°. De même que l'éthylène-diamine, elle forme très facilement avec l'eau un hydrate. Il suffit, en effet, d'en mettre une petite quantité dans un tube à essai (1^{cc} ou 2^{cc}) et d'y ajouter quelques gouttes d'eau, puis de remuer le tout avec une baguette de verre. En promenant le liquide huileux sur les parois du tube, il se forme, à la température ordinaire, peu à peu, des cristaux volumineux d'un hydrate qu'on isole et qu'on sèche sur du papier. Il est plus commode d'abandonner dans un vase en forme de dessiccateur la base mise dans un verre de montre au-dessus d'une couche d'eau. Au bout de quelques jours, on trouve dans le verre de montre de très beaux cristaux de l'hy-

drate : $C^2H^4(C^5H^{10}Az)^2 + 3H^2O$. Trouvé : C = 57,37, H = 12,07, Az = 11,18. Calculé : C = 57,60, H = 12,0, Az = 11,20. Ces cristaux fondent par la chaleur en se dissociant et ils régénèrent les deux composants.

» II. J'ai essayé d'obtenir une base analogue à la précédente en partant du chlorure ou du bromure d'éthylidène et de la pipéridine. Le chlorure d'éthylidène (1 molécule), chauffé avec 2 molécules de pipéridine au réfrigérant ascendant pendant quelques heures, ne fournit qu'un faible précipité cristallin. L'analyse de ce précipité conduit à une formule voisine de $C^2H^4Cl^2(C^5H^{11}Az)^2$, mais la teneur en chlore est un peu plus forte que ne l'indique cette formule, la teneur en carbone plus faible. On a évidemment affaire à un mélange dont je n'ai pu séparer une espèce bien définie. Quand on mélange à froid du bromure d'éthylidène (préparé par l'action du chlorobromure de phosphore sur l'aldéhyde et rectifié plusieurs fois) avec de la pipéridine, l'action est lente, l'échauffement peu considérable. Si l'on chauffe, la réaction commence, le liquide entre en ébullition et laisse déposer, par refroidissement, une masse cristalline jaune, qu'on a reprise par l'alcool absolu. Il se dépose, par évaporation du solvant, des aiguilles rougeâtres assez altérables qui, comme dans le cas du chlorure d'éthylidène, me paraissent être un mélange de plusieurs composés. En traitant, comme plus haut, un mélange de 1 molécule de bromure d'éthylidène fraîchement préparé et de 2 molécules de pipéridine par de la potasse aqueuse au réfrigérant ascendant, on obtient une huile qui, séchée sur de la potasse et rectifiée, se décompose à l'ébullition, à la pression ordinaire et même dans le vide. Entre 160° et 200°, on recueille quelques gouttes seulement d'un liquide rougeâtre. Si, dans cette réaction, une base analogue à celle décrite plus haut prend naissance, cette base est très instable.

» III. J'ai préparé un dérivé propylique nouveau en faisant réagir, au réfrigérant ascendant pendant quinze heures, 1 molécule de bromure de propylène sur 2 molécules de pipéridine en présence d'une solution aqueuse de potasse. On décante la couche huileuse formée, on la sèche sur de la potasse solide. On obtient ainsi un liquide bouillant à 268°-269° (H = 745^{mm}), dont la densité à 16° est égale à 0,9225. La formule de cette *dipipéridine-méthyléthylène* est $C^5H^{10}Az.CH(CH^3).CH^2.C^5H^{10}Az$. L'analyse a donné : C = 73,58, H = 12,38, Az = 13,73; la formule demande :

$$C = 74,28,\ H = 12,39,\ Az = 13,33.$$

» Cette base, qui ne se solidifie pas dans le chlorure de méthyle bouillant, est presque insoluble dans l'eau. Agitée avec ce liquide en refroidissant, elle semble donner naissance à un hydrate cristallin, relativement stable à basse température, mais qui se dissocie avec une extrême facilité sitôt que la température s'élève un peu. Aussi n'a-t-il pas été possible de fixer sa formule.

» IV. Le bromure de triméthylène et la pipéridine fournissent, quand on traite ce mélange par de la potasse aqueuse à chaud, une base liquide, déjà signalée par A. Töhl (*Berichte*, t. XXVIII, p. 2219), pour laquelle j'ai trouvé, après plusieurs rectifications, un point d'ébullition de 278°-279° (H = 752^{mm}). Elle répond à la formule de la *dipipéridine-triméthylène* $C^5H^{10}Az.CH^2.CH^2.CH^2.C^5H^{10}Az$. Sa densité, à 16°, est égale à 0,9183; elle ne se solidifie pas à — 23°. Quand on mélange cette base avec un peu d'eau, qu'on agite en refroidissant et en répartissant le liquide sur les parois du vase, il y a formation de petits prismes transparents très nets. On a égoutté rapidement

ces cristaux dans du papier, car ils se dissocient dès la température ordinaire. L'analyse leur assigne la formule d'un hydrate répondant à peu près à

$$C^3H^6(C^5H^{10}Az)^2+8H^2O.$$

Trouvé : C = 43,49, H = 11,71, Az = 7,65 Calculé : C = 44,07, H = 11,86, Az = 7,90.

» V. La dibromhydrine-α (préparée par le procédé de O. Aschan et bouillant à 109°-110° sous 25^{mm} de pression), chauffée avec de la pipéridine en présence de potasse aqueuse pendant douze heures au réfrigérant ascendant, fournit un liquide qui, séché sur de la potasse et rectifié dans le vide, bout à 171°-172° (H = 15^{mm}). Sa densité à 15° est égale à 0,9812. La formule de ce corps, qu'on pourrait appeler *triméthylénol-dipipéridine* $C^5H^{10}Az.CH^2.CH(OH)CH^2.C^5H^{10}Az$, demande : C = 69,02, H = 11,50. Az = 12,39; on a obtenu : C = 69,15, H = 11,41, Az = 12,44. Cette base donne facilement, ainsi que la suivante, un chloroplatinate très bien cristallisé.

» VI. La dibromhydrine-β (préparée au moyen du brome et de l'alcool allylique et bouillant à 114°-115° sous 17^{mm}) fournit, dans les mêmes conditions, une base liquide, la *méthyloléthylène-dipipéridine* $C^5H^{10}Az.CH^2.CH.(CH^2.OH).C^5H^{10}Az$, dont la densité à 15° est égale à 0,9877. Elle bout à 178°-180° (H = 23^{mm}) et donne à l'analyse les chiffres suivants : C = 68,59, H = 11,55, Az = 12,63. Aucune de ces deux dernières bases ne fournit d'hydrate, par agitation prolongée et refroidissement, au contact de l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés bromés de la morphine.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. H. Moissan.

« Si l'on applique à la morphine les procédés de bromuration généralement employés, on n'obtient que des dérivés de couleur jaune plus ou moins foncée, amorphes, mal définis, représentant des produits d'addition de la morphine tétrabromée, avec une ou deux molécules de brome. Ils cèdent l'élément halogène à divers réactifs et en particulier à l'hyposulfite de soude, pour se transformer en un composé cristallisé ayant la même composition que le bromhydrate de morphine tétrabromée, mais des propriétés différentes ; pour cette raison nous l'avons appelé *bromhydrate de tétrabromomorphine*.

» Lorsque la bromuration a lieu en présence de l'acide bromhydrique concentré et dans les conditions que nous définissons plus loin, il se forme deux dérivés bromés incolores, cristallisés; l'un d'eux répond à la même formule que le précédent et, pour les distinguer, nous l'avons désigné sous le nom de *tétrabromomorphine-α*.

» Bromhydrate de tétrabromomorphine-α $C^{17}H^{15}Br^4AzO^3,HBr$. — On introduit dans un ballon 200^{gr} d'acide bromhydrique de D = 1,5 et 10^{gr} de morphine, on chauffe

au bain-marie bouillant; l'alcaloïde se dissout lentement en presque totalité, le faible résidu disparaît lors de l'addition du brome, puis on verse par petites portions la solution suivante :

HBr..... 80gr Br..... 20gr.

Chaque addition détermine la formation d'une coloration jaune suivie d'un précipité de même couleur; l'un et l'autre disparaissent rapidement au début; mais, à mesure que la proportion de brome augmente, la solubilité du précipité diminue et finalement devient très pénible. Ce momemt coïncide avec l'introduction des deux tiers de la solution bromée et marque la fin de la réaction; on décante et, par le refroidissement, se dépose une volumineuse cristallisation. Le magma cristallin est évaporé, étalé sur une plaque poreuse et abandonné dans la cloche à potasse jusqu'à ce qu'il soit devenu friable, ensuite desséché à une douce chaleur.

» Lorsqu'il n'émet plus de vapeurs, on le traite par l'alcool méthylique anhydre bouillant : il se dissout d'abord totalement et bientôt se déposent des cristaux incolores qui sont séparés, lavés et séchés. Ainsi obtenus, les cristaux fondent à 218° et donnent à l'analyse :

	C....	29,1-29,0	Az....	1,81	Br.... 58,4-58,2.
Calculé :	C....	29,9	Az....	2,00	Br.... 58,6.

» La détermination cryoscopique faite comparativement avec la morphine conduit au nombre 678; la théorie indique 682.

» *Propriétés.* — Le bromhydrate de tétrabromomorphine est insoluble dans l'eau froide, l'alcool méthylique, le chloroforme, assez soluble dans l'eau bouillante et l'alcool ordinaire; les solutions dévient le plan de polarisation; l'alcoolate de sodium, l'oxyde d'argent lui enlèvent une partie du brome et laissent une substance en aiguilles jaunes ayant les propriétés des quinones. Mis en suspension dans l'eau chaude et versé lentement dans vingt fois son poids de lessive de soude bouillante, il noircit et donne un gaz alcalin à odeur de méthylamine; la masse, reprise par l'eau puis acidulée, ne cède à l'éther que du phénol caractérisé par sa transformation en tribromophénol.

» Bromhydrate de tétrabromomorphine-β. — Tous les produits d'addition obtenus par l'action du brome sur une solution chloroformique éthérée ou aqueuse de morphine, mis en digestion avec une solution étendue d'hyposulfite de soude, se transforment en dérivé β.

» On le prépare facilement en versant avec précaution de l'eau oxygénée ou du permanganate de potassium dans l'eau-mère qui a abandonné l'isomère α. Il se dépose un précipité jaune volumineux qui se résout en quelques jours en petits cristaux. Ceux-ci, séparés, lavés et séchés, donnent à l'analyse :

C.... 28,9 Br.... 59,1 Calculé : C.... 29,9 Br.... 58,6

» *Propriétés.* — L'isomère β est en cristaux jaunes infusibles, insolubles dans l'eau froide, solubles en toute proportion dans l'alcool méthylique, éthylique et l'acétone. L'oxyde d'argent lui enlève la totalité du brome et l'on obtient une substance brune amorphe. Traité par la lessive de soude comme l'isomère α, il est entièrement détruit et laisse des traces de phénol.

» Tétrabromomorphine $C^{17}H^{15}Br^4AzO^3, 2H^2O$. — On l'obtient en précipitant la solution aqueuse de bromhydrate-α par le carbonate sodique et en purifiant le produit par cristallisation dans l'alcool.

» La tétrabromomorphine est très difficile à obtenir incolore; le plus souvent elle se dépose colorée en bleu ou en violet, quelles que soient les précautions prises; elle est infusible et susceptible de fonctionner comme base ou acide; ce dernier caractère est très certainement dû à la présence de 4 atomes de brome.

» Desséchée à + 100°, elle a donné à l'analyse :

C... 31,1 Br... 50,4 Calculé : C... 32,0 Br... 50,0

» Sulfate de tétrabromomorphine $(C^{17}H^{15}Br^4AzO^3)^2SO^4H^2, H^2O$. — On le prépare en versant de l'acide sulfurique étendu dans une solution de bromhydrate-α faite à chaud et refroidie.

» Cristaux microscopiques, infusibles, insolubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, donnant à l'analyse :

SO^4H^2... 12,0 Br.... 40,5 Calculé : SO^4H^2.... 12,2 Br.... 40,00

» Oxalate de tétrabromomorphine. — S'obtient par l'action d'une solution d'oxalate acide de potassium sur le bromhydrate-α. Cristaux incolores, insolubles dans l'eau et l'alcool.

» Combinaison barytique : $C^{17}H^{15}Br^4AzO^3\frac{BrO}{2}, H^2O$. — Se forme lorsqu'on verse de l'eau de baryte ou du chlorure de baryum ammoniacal dans la solution aqueuse du dérivé α.

» Petits cristaux incolores, s'altérant légèrement par la dessiccation, insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'alcool et surtout l'acétone. Desséchés à + 100°, ils ont donné à l'analyse :

C... 28,6 Br... 45,2 Ba... 9,9 Calculé : C... 29,4 Br... 46,0 Ba... 9,74

» Bromhydrate de tétrabromomorphine $(C^{17}H^{16}Br^3AzO^3), HBr$. — Se trouve en solution dans l'alcool méthylique qui a abandonné le bromhydrate-α. On évapore, il reste une masse poisseuse verte qui est desséchée, reprise par l'alcool anhydre et précipitée par l'éther. Cristaux difficiles à obtenir, incolores, fusibles à 178°, donnant à l'analyse :

C... 33,0 Br... 52,3 Calculé... 33,8 Br... 53,0

» Par l'action de l'eau de baryte sur la solution aqueuse, on n'obtient pas de combinaison barytique définie, mais une poudre verte amorphe à teneur variable en baryum.

» *Conclusions*. — La substitution bromée de la morphine, en tant que composé défini, semble limitée au quatrième degré; ce résultat concorde avec des essais d'oxydation que nous publierons ultérieurement. Lorsque

la bromuration a lieu en présence de l'acide bromhydrique concentré, l'action du brome est régulière et aboutit à des composés cristallisés; enfin la tétrabromomorphine fonctionne nettement comme base ou acide; cette dernière propriété ne se retrouve pas avec la tribromomorphine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles diuréthanes aromatiques de la pipérazine.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Moreau**, présentée par M. Friedel.

« Dans un Mémoire précédent, nous avons décrit des diuréthanes aromatiques de la pipérazine correspondant à la formule générale

et obtenues par ébullition, au sein de l'alcool à 93°, de 1 molécule de carbonate phénolique avec 1 molécule de pipérazine (¹).

» Nous avons signalé ainsi les dérivés phénylique, gaïacolique, naphtoliques α et β.

» Nous complétons aujourd'hui cette série par la description des dérivés du phénol orthochloré, du thymol, des crésols ortho, méta et para.

» *a. Diuréthane phénylique orthochlorée de la pipérazine.* — On chauffe 10^{gr} de pipérazine avec 30^{gr} de carbonate de phénol orthochloré, soit molécule à molécule, avec 100^{cc} d'alcool à 93°. La réaction est très rapide. Quelques minutes d'ébullition suffisent pour qu'un précipité de diuréthane peu soluble apparaisse. On chauffe pendant une demi-heure pour achever la réaction.

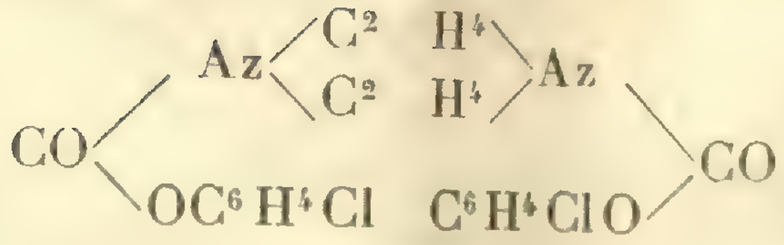
» On recueille un dépôt cristallin d'une grande blancheur, peu soluble dans l'alcool, qu'on fait recristalliser à chaud. Les petits cristaux formés par refroidissement commencent à fondre à 165°. La fusion n'est complète qu'à 172°. Ils sont insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool et dans l'éther, solubles dans la benzine et la nitrobenzine, très solubles dans le chloroforme.

» L'analyse élémentaire a donné

Az pour 100..... 7,25

(¹) *Bulletin de la Société chimique,* t. XIX-XX, 3^{e} série, p. 185.

» La formule



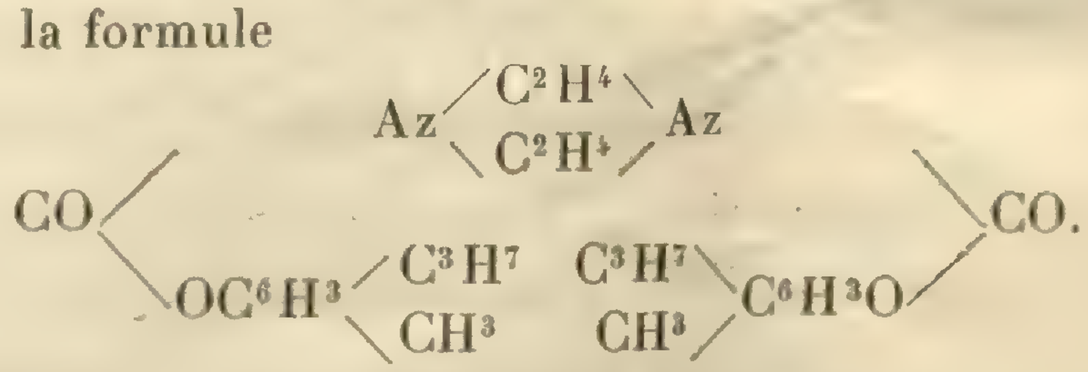
exige

Az pour 100..... 7,08

» Cette diuréthane, comme toutes celles dont la description va suivre, se forme suivant un processus identique : apparition de l'uréthane moins soluble avec formation de phénol restant en solution dans l'alcool, combiné à l'excès de pipérazine. Une analyse élémentaire poussée plus loin nous a paru absolument superflue.

» *b. Diuréthane thymolique de la pipérazine.* — Nous avons fait bouillir pendant vingt-quatre heures, au réfrigérant ascendant, 10^{gr} de pipérazine avec 40^{gr} de carbonate de thymol au sein de 100^{cc} d'alcool à 93°. Nous avons concentré aux $\frac{2}{3}$ au bain-marie, puis nous avons soumis au froid. Il s'est déposé des cristaux que nous avons repris par l'alcool bouillant. Une deuxième cristallisation dans l'alcool donne un corps très blanc qui fond à 139°-140°, qui est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther, soluble dans la nitrobenzine et la benzine.

» L'analyse élémentaire a donné Az pour 100 = 6,42. La théorie exige 6,39 pour 100, ce qui correspond à la formule



» *c. Diuréthane crésylique ortho de la pipérazine.* — Ce corps a été obtenu en chauffant molécule à molécule le carbonate de crésol ortho avec la pipérazine au sein de l'alcool à 93°, comme précédemment : 10^{gr} base, 30^{gr} carbonate et 100^{cc} d'alcool. L'opération a été faite en chauffant deux heures au réfrigérant ascendant.

» La diuréthane ne se dépose pas par refroidissement; on concentre aux $\frac{2}{3}$ et l'on expose au froid. Les cristaux obtenus sont cristallisés deux fois dans l'alcool. Ils fondent à 135°, sont insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther et la nitrobenzine, très solubles dans le chloroforme et la benzine.

» L'analyse élémentaire a donné Az pour 100 = 7,81. La théorie exige

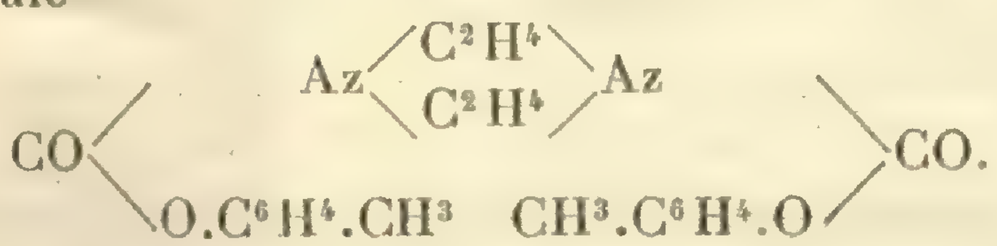
Az pour 100 = 7,90,

correspondant à la formule

» *d. Diuréthane crésylique méta de la pipérazine.* — Ce dérivé méta a été obtenu dans les mêmes conditions que le dérivé ortho, en recourant au carbonate de crésol méta.

» Il fond à 138°-139° après s'être ramolli à 123°. Il est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et dans l'éther, soluble dans la nitrobenzine, très soluble dans le chloroforme et la benzine.

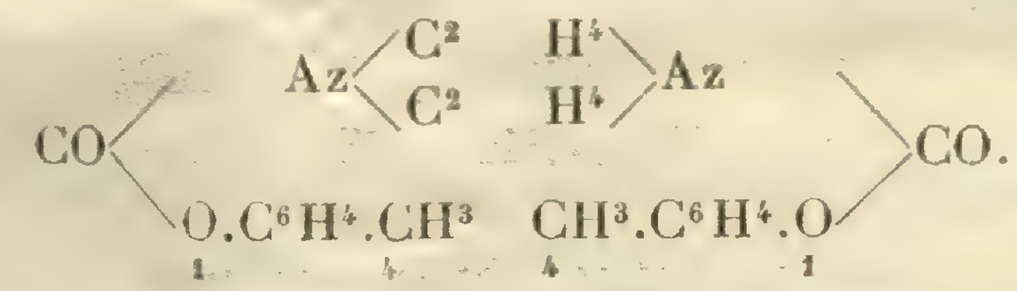
» L'analyse a donné Az pour 100 = 7,90. La théorie exige Az pour 100 = 7,90 et correspond à la formule



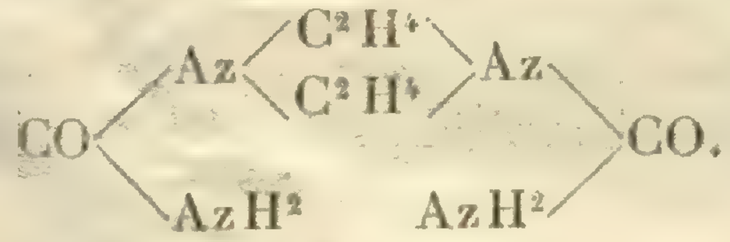
» *e. Diuréthane crésylique para de la pipérazine.* — Ce dérivé a été obtenu, comme ses isomères, en chauffant molécule à molécule la base et le carbonate de crésol para au sein de l'alcool à 93° : 10gr de base, 30gr de carbonate et 100cc d'alcool.

» Au bout de quelques minutes d'ébullition, cette diuréthane, très peu soluble dans l'alcool bouillant, se précipite sous la forme de petits cristaux pailletés d'une grande blancheur. Ce dérivé fond à 238°, c'est-à-dire beaucoup plus haut que ses congénères. Il est peu soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, la nitrobenzine; très soluble dans le chloroforme.

» L'analyse a donné Az pour 100 = 7,88; pour théorie 7,90 correspondant à la formule



» *f.* Ces diuréthanes de la pipérazine, comme celles précédemment décrites (1), présentent toutes une grande stabilité. Si la potasse concentrée au delà de 100° les décompose, l'ammoniaque en solution alcoolique ne les altère pas au-dessous de 200°. Au delà de 200° la décomposition est profonde, sans que nous ayons pu encore isoler le corps prévu par la théorie, sorte de diurée de la pipérazine :



» Nous avons fait réagir l'acide sulfurique concentré sur la diuréthane phénylique de la pipérazine. Trois parties d'acide sulfurique à 66° ont été chauffées avec une partie de diuréthane. Au delà de 100° la réaction devient très vive. La température s'élève brusquement à 160°. Il se dégage de l'acide carbonique et de l'azote. L'acide sulfurique ne noircit pas. Après saturation par le carbonate de baryte du produit de la réaction étendu d'eau, on isole du *phénolorthosulfoné barytique* produit en quantité théorique. Il ne s'est pas formé d'ammoniaque dans la réaction.

» Nous n'avons pu obtenir, d'ailleurs, non plus du sulfate de pipérazine.

---

(1) *Bulletin de la Société chimique* (*loc. cit.*).

» Cette dernière est décomposée, sans aucun doute, en azote et en éthylène dans les conditions où nous avons opéré.

» Cette action de l'acide sulfurique concentré mérite d'être poursuivie sur toutes les diuréthanes aromatiques. La sulfo-conjugaison du groupe phénolique est à prévoir comme pour la diuréthane phénylique. Non seulement la fixation, mais la position du groupe SO^3H sera intéressante à enregistrer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore sur le chlorure d'éthylène en présence du chlorure d'aluminium. Chloruration de l'acétylène* (1). Note de **M. A. Mouneyrat**, présentée par M. Friedel.

« J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1519; 1898) que le chlorure d'aluminium doit, dans la série grasse, sa puissante action chlorurante à la propriété qu'il possède de créer sur les corps chlorés de cette série des liaisons éthyléniques doubles.

» Afin de connaître la constitution des produits résultant de la chloruration de ($CH^2Cl - CH^2Cl$) en présence de cet agent de synthèse, il était nécessaire d'étudier d'abord l'action du chlorure d'aluminium seul sur le chlorure d'éthylène.

» A cet effet 200^{gr} de chlorure d'éthylène parfaitement sec sont placés avec 25^{gr} de chlorure d'aluminium anhydre et pulvérisé dans un ballon de 250^{cc} de capacité également bien privé d'eau et surmonté d'un réfrigérant ascendant. En portant, à l'aide d'un bain-marie, le ballon à la température de 70°-75°, on obtient un abondant dégagement d'acide chlorhydrique et d'un gaz que la potasse ne peut retenir.

» Ce dernier gaz, dirigé dans un tube, sur les parois duquel l'on a versé du chlorure cuivreux ammoniacal, donne un précipité rouge; de plus ce gaz est absorbé par le brome pour former du tétrabromure d'acétylène

$$(CHBr^2 - CHBr^2).$$

Ce gaz est donc de l'acétylène dont la formation s'explique par le départ, sous l'influence du chlorure d'aluminium, de deux molécules d'acide chlorhydrique, d'une molécule de chlorure d'éthylène, ainsi que l'indiquent les équations (1) et (2).

$$(1)\quad CH^2Cl - CH^2Cl + (AlCl^3)^2 = AlCl^2 - CHCl - CHCl - AlCl^2 + 2HCl,$$

$$(2)\quad AlCl^2 - CHCl - CHCl - AlCl^2 = (AlCl^3)^2 + CH \equiv CH.$$

(1) Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

» Si dans le mélange précédent porté à 70°-75°, on fait arriver un courant de chlore parfaitement sec, ce gaz est en partie absorbé. En projetant le contenu du ballon dans l'eau chlorhydrique, lorsque cette absorption cesse, on obtient une huile noirâtre, d'odeur chloroformique, laquelle, entraînée à la vapeur d'eau, séchée et distillée, donne : entre 80°-90° du $CH^2Cl - CH^2Cl$ inaltéré, entre 130°-136 du tétrachloréthane dissymétrique $CH^2Cl - CCl^3$, enfin entre 145°-147° une notable quantité de tétrachlorure d'acétylène $CHCl^2 - CHCl^2$. Ce dernier corps résulte évidemment de la fixation du chlore sur l'acétylène résultant de la décomposition de $CH^2Cl - CH^2Cl$ en présence de $AlCl^3$

$$CH \equiv CH + Cl^4 = CHCl^2 - CHCl^2.$$

Dans l'expérience précédente, c'est-à-dire dans la chloruration de l'acétylène naissant, je n'ai jamais eu d'explosion; or, on sait que le chlore et l'acétylène détonent souvent lorsqu'on les mélange dans les conditions ordinaires.

» En présence de ces faits, il était naturel de se demander si c'était au chlorure d'éthylène ou au chlorure d'aluminium qu'on devait attribuer la chloruration de l'acétylène sans explosion. J'ai, pour m'en assurer, répété l'expérience précédente en supprimant le chlorure d'aluminium et ne conservant que le chlorure d'éthylène. Les mêmes phénomènes que tout à l'heure se sont produits, et, en prenant les mêmes précautions, je n'ai eu aucune explosion. Dans une autre expérience, j'ai placé, dans le ballon où s'effectuait la chloruration, du tétrachlorure de carbone CCl^4, et j'ai supprimé à la fois le chlorure d'aluminium et le chlorure d'éthylène. Encore dans ce cas il y a eu chloruration de l'acétylène sans explosion. J'en conclus que ni le chlorure d'éthylène, ni le chlorure d'aluminium ne sont les corps qui empêchent l'explosion d'un mélange de chlore et d'acétylène. Ayant remarqué que des flammes se produisaient dans le ballon à chloruration, dès l'arrivée de l'acétylène, j'étais conduit à supposer que ces flammes étaient dues à l'air contenu dans le tube amenant ce gaz. Pour vérifier cette hypothèse, j'ai fait arriver dans des tubes d'essai, remplis d'eau distillée bouillie salée, afin de la priver d'air, d'abord de l'acétylène bien exempt d'oxygène, puis du chlore également dépourvu d'oxygène. Dans ces conditions, ces deux gaz se combinent sans explosion pour donner des gouttelettes huileuses de tétrachlorure d'acétylène. Si l'on répète l'expérience précédente en laissant une bulle d'air dans le tube d'essai, il y a détonation avec flamme et dépôt de charbon dès que la première bulle de

chlore arrive au contact de l'acétylène. Ces deux expériences, répétées sur de plus grands volumes de gaz, donnent les mêmes résultats.

» 1° J'en conclus qu'un mélange de chlore et d'acétylène exposé à la lumière diffuse se combine toujours sans explosion pour donner du tétrachlorure d'acétylène, pourvu que ce mélange ne renferme pas d'oxygène libre ou de gaz susceptible d'en fournir.

» 2° Un mélange de chlore et d'acétylène fait au contraire explosion si ce mélange renferme de l'oxygène libre ou des gaz susceptibles d'en fournir.

» En un mot, on voit que la présence de l'oxygène est nécessaire et suffisante pour qu'il y ait explosion. Cette explosion me paraît due à l'acétylène monochloré $CH \equiv CCl$, qui prend feu directement à l'air.

» Comme conséquence des deux conclusions auxquelles je suis arrivé précédemment, on doit s'arranger, pour préparer ($CHCl^2 - CHCl^2$) par fixation directe du chlore sur l'acétylène, de façon à exclure toute trace ou toute rentrée d'oxygène dans le vase où s'effectue le mélange des deux gaz.

» En prenant les précautions que j'ai indiquées (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX-XX, p. 453) on a un bon moyen de préparation du tétrachlorure d'acétylène.

» Le pouvoir chlorurant du chlorure d'aluminium ne semble pas dépendre de la quantité de ce dernier agent de synthèse ajouté à la substance à chlorer. Ce pouvoir, ainsi que l'indique la préparation de $CCl^3 - CCl^3$ par chloruration de $CHCl^2 - CHCl^2$, paraît surtout être fonction de la température à laquelle s'effectue la réaction. C'est ainsi que, si l'on fait arriver, dans un ballon (contenant du chlorure d'acétylène $CHCl^2 - CHCl^2$ 250gr, et du chlorure d'aluminium anhydre et pulvérisé 30gr) surmonté d'un réfrigérant ascendant et porté à 100°, un courant de chlore sec, cet halogène n'est pas ou est peu absorbé. Si l'on porte au contraire le ballon à 118°-120°, l'absorption est rapide et tout le $CHCl^2 - CHCl^2$ est bientôt transformé en hexachloréthane avec dégagement de gaz chlorhydrique :

$$(1)\quad CHCl^2 - CHCl^2 + (AlCl^3)^2 = AlCl^2 - CCl^2 - CCl^2 - AlCl^2 + 2HCl,$$

$$(2)\quad AlCl^2 - CCl^2 - CCl^2 - AlCl^2 + Cl^4 = (AlCl^3)^2 + CCl^3 - CCl^3.$$

» On voit que, grâce au chlorure d'aluminium, on peut, par voie directe et d'une façon pratique, remplacer tous les atomes d'hydrogène de l'éthane par du chlore.

» Si, au lieu de faire arriver du chlore en présence du chlorure d'alumi-

nium sur un corps déjà chloré de la série grasse, nous ajoutons du brome, nous tomberons sur un corps chlorobromé.

» C'est ainsi que le tétrachlorure d'acétylène, additionné de chlorure d'aluminium et de brome à la température de 105°, fournit du dichlorodibrométhane CHClBr — CHClBr et du trichlorotribrométhane $C^2Cl^3Br^3$. Ce dernier corps paraît avoir la constitution $CCl^2Br - CBr^2Cl$ et semble résulter des réactions exprimées par les équations :

$$(1)\qquad CHCl^2 - CHCl^2 + AlCl^3 = CHCl^2 - CCl^2 - AlCl^2 + HCl,$$

$$(2)\qquad CHCl^2 - CCl^2 - AlCl^2 = AlCl^3 + CHCl - CCl^2,$$

$$(3)\qquad CHCl - CCl^2 + Br^4 = CBr^2Cl - CBrCl^2 + HBr. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide tétraméthylglutarique symétrique* (1). Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. Friedel.

« M. Reformatsky a montré que le formiate d'éthyle réagit sur 2 molécules d'éther α-bromopropionique en présence du zinc pour donner l'acide αα-diméthyl-β-oxyglutarique. J'avais pensé qu'en employant successivement 2 molécules d'éthers halogénés différents il serait possible d'obtenir des dérivés alcoylés dissymétriques de l'acide β-oxydiméthylglutarique. A partir du bromoisobutyrate et du bromacétate d'éthyle, on aurait eu les réactions suivantes :

$$HCO - OC^2H^5 + Zn + \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CBr - CO^2C^2H^5$$

$$= \begin{matrix} C^2H^5O \\ ZnBrO \end{matrix}\!\!>\!CH - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5,$$

$$\begin{matrix} C^2H^5O \\ ZnBrO \end{matrix}\!\!>\!CH - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5 + Zn + CH^2Br - CO^2C^2H^5$$

$$= C^2H^5O - ZnBr + \begin{matrix} C^2H^5 - CO^2 - CH^2 \\ ZnBr - O \end{matrix}\!\!>\!CH - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5.$$

» Ce dernier éther, décomposé par l'acide sulfurique étendu, aurait donné l'éther αα-diméthyl-β-oxyglutarique.

» En réalité, il n'en est pas ainsi; 2 molécules d'éther bromoisobutyrique réagissent simultanément sur 1 molécule de formiate d'éthyle et l'on

(1) Travail fait au laboratoire de M. le Professeur Friedel.

obtient l'éther β-oxytétraméthylglutarique symétrique. Il reste, dès lors, dans le produit de la réaction un excès de formiate d'éthyle qui, réagissant sur l'éther bromacétique, donne d'abord le dérivé organométallique suivant :

$$\begin{array}{l} CH^2 - CO^2R \\ | \\ H - C - O - C^2H^5. \\ | \\ O - ZnBr \end{array}$$

» Ce dérivé correspond, comme on le voit, à l'éther propanaloïque 1.3, qui, on le sait, est instable et se condense avec formation d'éther trimésique

$$3CHO - CH^2 - CO^2C^2H^5 = 3H^2O + C^6H^3(CO^2 - C^2H^5)^3.$$

» On trouve également, dans les produits de cette réaction, un corps à fonction aldéhydique répondant probablement à la formule

$$CHO - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5$$

et résultant de l'action à molécules égales de l'éther bromoisobutyrique sur le formiate d'éthyle. Mais ce composé n'existe qu'en très faible proportion et n'a pu être isolé.

» *Partie expérimentale.* — 60^{gr} de formiate d'éthyle sont placés dans un ballon avec 100^{gr} de zinc en tournure mince. On y ajoute une partie de l'éther bromoisobutyrique et l'on amorce la réaction par addition d'un peu de couple zinc-cuivre ou par chauffage. Lorsque la réaction s'est produite, on ajoute à nouveau de l'éther bromé et l'on continue de même jusqu'à utilisation de la totalité de cet éther (150^{gr}). On ajoute alors l'éther bromacétique en opérant d'une manière analogue et l'on complète la réaction en chauffant pendant deux heures au bain-marie.

» Le produit pâteux, ainsi obtenu, est décomposé par l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$ et l'huile qui se sépare lavée avec la même solution, quatre à cinq fois. On sèche alors et l'on fractionne dans le vide.

» Les premières portions, qui passent avant 150° sous 18^{mm}, renferment de l'éther isobutyrique. Elles possèdent en outre les réactions des aldéhydes et fournissent avec le gaz ammoniac, en solution éthérée, un précipité blanc peu abondant qui disparaît très rapidement tandis que se forment des gouttes d'eau. Comme le bisulfite de sodium ne donne pas de combinaison cristallisée, il m'a été impossible d'isoler le corps à fonction aldéhydique, qui semble d'ailleurs n'exister qu'en très faible quantité.

» La portion bouillant de 150° à 160° est constituée par l'éther tétraméthyl-β-oxyglutarique symétrique. Saponifié par la potasse, cet éther fournit l'acide correspondant qu'on fait cristalliser, non sans difficulté d'ailleurs, dans un mélange de benzène et d'éther acétique. Cet acide fond à 169°-170°. Traité par le chlorure d'acétyle, il fournit l'anhydride du dérivé acétylé correspondant qui cristallise facilement, dans un mélange d'éther, de pétrole et de benzène. en prismes fondant à 90°.

» Cet anhydride, dissous dans le benzène et additionné d'aniline, donne un dérivé phénylamidé qui cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles fusibles à 157°; le dérivé phénylamidé perd lui-mêmə, sous l'influence de la chaleur, une molécule d'eau et se transforme en un anile correspondant qui fond à 178°.

» L'anhydride acétoxytétraméthylglutarique se transforme par ébullition avec l'eau en acide cristallisant facilement en prismes fusibles à 171°.

» Enfin, l'acide β-oxytétraméthylglutarique, chauffé à 135° avec de l'acide iodhydrique saturé à 0°, est réduit et transformé en acide tétraméthylglutarique symétrique qui fond à 113°.

» On peut d'ailleurs obtenir directement l'éther β-oxytétraméthylglutarique en faisant réagir deux molécules d'éther bromoisobutyrique sur une molécule de formiate d'éthyle en présence du zinc, ce qui vérifie l'interprétation donnée à la réaction précédente.

» Les produits éthérés, restés dans l'appareil distillatoire, fournissent, par saponification, de l'acide trimésique.

» Je me propose de généraliser la réaction précédente en l'appliquant non seulement à l'éther formique, mais encore aux éthers acétique et oxalique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison cristallisée de l'acétylène avec le chlorure cuivreux*. Note de M. CHAVASTELON.

« Lorsque, en vue de la préparation de l'acétylène pur, on verse de l'acide chlorhydrique sur de l'acétylure de cuivre humide, on observe la dissolution de ce dernier sans dégagement appréciable de gaz, si l'on a pris soin de refroidir le mélange durant l'opération; sous l'influence de la chaleur, en effet, de l'acétylène est produit.

» Il faut donc admettre la formation temporaire, dans ces conditions, d'une combinaison, que la chaleur détruit, de l'acétylène avec le chlorure

cuivreux résultant de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'oxyde cuivreux de l'acétylène. J'ai depuis longtemps (1) annoncé l'existence, à l'état cristallisé, d'une telle combinaison; son étude a été particulièrement laborieuse.

» Ce composé d'acétylène et de chlorure cuivreux prend naissance par l'action d'un courant d'acétylène pur :

» 1° Sur une solution chlorhydrique de chlorure cuivreux;

» 2° Sur une solution aqueuse ou alcoolique de chlorure cuivrique en présence du cuivre.

» Les cristaux volumineux, à arêtes bien nettes, formés dans le premier milieu, conviennent mieux pour l'étude que les aiguilles soyeuses et feutrées, qui, dans le second, habillent les lames de cuivre. On évite de plus, dans le premier procédé, la formation, au début de l'action de l'acétylène, d'un dépôt violet pourpre, qui apparaît dans le deuxième et sur lequel je reviendrai.

» On obtient un rendement satisfaisant en employant dans le premier cas une solution saturée de Cu^2Cl^2 cristallisé dans l'acide chlorhydrique à des concentrations variant de $HCl + 10H^2O$ à $HCl + 7H^2O$, dans le deuxième des solutions de $CuCl^2$ de 20 à 40 pour 100.

» Si, enfin, on maintient au voisinage de 10°, sans dépasser 12°, la solution chlorhydrique de Cu^2Cl^2, on voit, au bout de quelques heures, apparaître, perchés en général sur les fragments brillants de tournure de cuivre, de petits cristaux incolores qui grossissent lentement pour atteindre, après un jour ou deux, 5^{mm} à 6^{mm} de longueur. Ils se présentent sous la forme de prismes hexagonaux dérivés du système orthorhombique.

» Retirés de la liqueur mère et essuyés, ils s'altèrent aussi bien dans l'acide carbonique ou l'azote que dans l'air sec ou humide.

» Pour les isoler, il faut, après décantation du liquide, les laver immédiatement et rapidement à l'alcool absolu puis à l'éther anhydre, refroidis à 0° et saturés d'acétylène. On les dessèche ensuite dans un courant d'acétylène sec. Recueillis dans ces conditions rigoureuses, les cristaux conservent leur transparence et restent incolores.

» Sous l'influence de la chaleur, ils se dissocient sans explosion, et les tensions à différentes températures sont :

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXIV, 14 juin 1897.

Température.	Tension en millimètres.
0°	3
20	25
30	50
40	131
46	220
60	480
78	2620

» Leur composition répond à la formule

$$C^2H^2.Cu^2Cl^2.$$

» Ils contiennent, en effet :

	Cu pour 100.	Cl pour 100.	C^2H^2 en volume à 0° et 760mm.
Nombres théoriques	56,5	31,8	10000cc (en chiffres ronds)
Nombres trouvés.	56,7	32	9600cc

» Pour des combinaisons de plus en plus riches en Cu^2Cl^2 on aurait

	Cu pour 100.	Cl pour 100.	C^2H^2.
$(Cu^2Cl^2)^2C^2H^2$	60	33,8	5300cc
$(Cu^2Cl^2)^3C^2H^2$	61	34,5	3600
$(Cu^2Cl^2)^4C^2H^2$	61,1	34,4	2700

chiffres théoriques qui établissent nettement l'importance du dosage de l'acétylène en volume.

» Au contact de l'eau seule ou chargée de chlorures alcalins les cristaux sont immédiatement décomposés avec perte d'acétylène et apparition d'un précipité violet pourpre. J'expliquerai prochainement le mécanisme de ces réactions en décrivant des combinaisons doubles cristallisées que forme l'acétylène avec le chlorure cuivreux et les chlorures alcalins.

» L'ammoniaque les transforme en acétylène rouge.

» Le composé décrit plus haut est donc différent de celui annoncé par MM. Hofmann et Kuspert et que je n'ai pas su obtenir (1). »

---

(1) *Zeit. anorg. Ch.*, t. XV, p. 204-207.

ANATOMIE. — *Sur le palmaire cutané et son évolution*. Note de M. A. CANNIEU, présentée par M. Bouchard.

« Dans le cours de mes dissections, j'ai rencontré trois fois des particularités intéressantes présentées par le palmaire cutané. Ces particularités me démontrant que l'on ne pouvait considérer ce muscle comme un peaucier véritable, j'ai recherché si ses caractères histologiques et embryologiques venaient ou non corroborer cette idée.

» Voici ces trois observations et le résultat de ces recherches.

» Dans un premier cas, j'ai observé que l'extrémité interne des fibres du palmaire cutané ne s'insérait point à la face profonde du derme comme normalement. Les faisceaux musculaires se terminaient par de petits tendons qui venaient se perdre en s'enchevêtrant dans l'aponévrose qui recouvre la partie interne des muscles de l'éminence hypothénar. Nous avions affaire à un homme dont la musculature générale paraissait excessivement développée.

» Sur deux autres mains (1), dont l'une a été présentée à la Société d'Anatomie de Bordeaux, en 1896, les fibres du palmaire cutané étaient divisées, quant à leur insertion, en trois faisceaux bien distincts. L'inférieur s'insérait au derme; le moyen, comme plus haut, sur l'aponévrose du court abducteur du petit doigt, sur le bord interne de la main; et le supérieur sur le pisiforme.

» Quant à nos recherches histologiques et embryologiques, elles nous ont amené à établir les faits suivants : le palmaire cutané non seulement apparaît après la masse musculaire unique qui formera plus tard les muscles de l'éminence thénar et hypothénar, comme on peut le voir sur nos coupes, mais encore après que ces masses ont commencé à se différencier pour former les différents muscles qu'on observe en ces deux régions. (Embryons de cinq semaines à trois mois.)

» Le palmaire cutané se conduit donc vis-à-vis de l'éminence hypothénar autrement que le peaucier du cou de l'homme, ou celui qui recouvre le corps des animaux, puisqu'il apparaît après ces derniers au milieu du mésenchyme et que tous les muscles sous-jacents ne proviennent point de

(1) Testut, Poirier et Ledouble citent des cas où le palmaire cutané prenait insertion sur le pisiforme.

lui par différenciation successive, dans le cours du développement ontogénique.

» Sur des coupes de quatre mois à quatre mois et demi et sur des dissections de mains du même âge, on observe au milieu du tissu muqueux des fibres musculaires d'autant plus nombreuses qu'on se rapproche davantage de la première rangée du carpe.

» C'est au niveau de ces os (embryons de deux mois) qu'apparaissent également les premières fibres musculaires. A cet âge, le palmaire cutané commence à se former par l'apparition de ses faisceaux supérieurs. Ce n'est que vers 5 mois ou 5 $\frac{1}{2}$ mois qu'il se présente avec les principaux caractères qu'il possède chez l'adulte. Le palmaire cutané n'est donc pas un muscle qui se développe dans les derniers temps de la vie intra-utérine et dans l'enfance, comme certains l'ont prétendu.

» Les préparations histologiques des tissus de l'éminence hypothénar de mains d'embryons de 4 à 5 mois et de mains d'adulte, où le muscle présente ses insertions internes normales, permettent d'observer que les fibres les plus profondes s'insèrent sur la partie interne de l'aponévrose du court abducteur du petit doigt, tandis que les autres prennent insertion sur la peau. Les faits anatomiques plus haut relatés ne seraient donc que l'exagération de dispositions normales pour les fibres les plus profondes de ce muscle.

» Aussi bien chez l'adulte que chez l'embryon, les fibres du palmaire cutané prennent leur insertion d'une façon tout autre que les véritables peauciers. Ces derniers, d'après Podwyssozky (1889), s'insèrent par de petits tendons à la partie supérieure du derme ou même sur les assises inférieures de l'épiderme. Nous n'avons jamais observé pareilles insertions pour le palmaire cutané : les faisceaux musculaires se terminent par de petits tendons, qui vont se perdre non loin de la face profonde du derme.

» Toutes ces observations montrent bien, me semble-t-il, qu'on ne doit point considérer le palmaire cutané comme un véritable peaucier. »

ZOOLOGIE. — *Classification des Molgulidées. Formes nouvelles des collections du Muséum*. Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Molgulidées des collections du Muséum comprennent treize espèces dont huit sont nouvelles; ces treize espèces appartiennent à cinq

genres dont trois sont également nouveaux. Leur étude m'a permis de mettre en lumière certaines dispositions anatomiques particulières, permettant de mieux préciser la valeur relative des caractères qui doivent servir à établir des subdivisions rationnelles dans le groupe relativement homogène des Molgulidées.

» Dans les coupures génériques faites jusqu'ici, certains ascidiologues ont parfois attaché à la branchie, en particulier, une valeur qu'elle ne doit pas avoir. M. de Lacaze-Duthiers (1) et Herdman (2) étaient déjà arrivés à cette conclusion, et l'étude des huit espèces nouvelles du Muséum vient encore diminuer, si possible, la valeur générique de cet organe.

» Une certaine disposition des trémas a été invoquée, à elle seule, pour la création du genre *Eugyra* (Hancock) (3); c'est celle que présente la *Molgula tubulosa* Forbes et Hanley. Les infundibulums, de grande taille, sont répartis en files régulières avec leurs centres sous les petites côtes méridiennes, et *chacun d'eux n'est constitué que par deux longs trémas spiralés, enroulés en sens inverse l'un de l'autre*. C'est là une disposition si caractéristique et si éloignée des petits infundibulums épais et à trémas généralement courts des autres Molgulidées, qu'elle constituait un excellent caractère générique; d'autant plus que les *Eugyres* s'éloignaient encore de toutes les autres Molgulidées connues à l'époque de Hancock par leur glande génitale unique, située sur la face gauche de l'animal.

» Aujourd'hui cette disposition des trémas n'est plus suffisante pour caractériser à elle seule le genre *Eugyra :* parmi les espèces nouvelles du Muséum il s'en trouve une que j'ai appelée *Gamaster Dakarensis* et que j'ai prise pour type du genre nouveau *Gamaster* (4); sa branchie est exactement celles des Eugyres, mais sa glande génitale, également unique, *est située sur le côté droit* au lieu d'être sur le côté gauche. Cette forme nouvelle vient donc définitivement enlever toute importance primordiale à la branchie pour l'établissement des grandes subdivisions de la famille.

» Les genres *Paramolgula,* Traustedt, *Bostrichobranchus* (5) Traustedt et *Anurella* Lac.-Duth. (6) sont sans valeur. Le premier possède deux

---

(1) *Les Ascidies des côtes de France* (*Arch. Zool. expérim.*, t. III, 1874 et t. VI, 1877).

(2) *Les Tuniciers du* Challenger, t. VI, 1882.

(3) *Ann. and Mag. of nat. History*, t. VI, 1870.

(4) *Comptes rendus.*

(5) *Acidiæ simplices fra det Stilli Ocean* (*Vidensk. meddelelser*, 1884).

(6) *Arch. Zool. exp.*, t. VI, 1877.

glandes génitales comme les Molgules, mais ses infundibulums, de petites dimensions, avec des trémas courts, ne sont pas plus caractéristiques génériquement que ceux des autres espèces de Molgules, et il y a lieu de verser cette forme dans le genre *Ctenicella* Lac.-Duth., parce qu'elle a les lobes de ses orifices dentelés, avec tous les autres caractères de ce dernier genre.

» Les *Bostrichobranchus* Traustedt ne possèdent qu'une seule glande génitale à gauche et les infundibulums de leur branchie sont petits, irréguliers et distribués sans ordre, comme dans le sous-genre *Eugyriopsis* de Roule, et je propose la création d'un genre *Eugyriopsis* pour recevoir le *Bostrichobranchus Manhattensis* Traustedt et l'*Eugyriopsis Lacazii* Roule; ce genre étant caractérisé par la présence d'une glande génitale unique située sur le côté gauche et une branchie à trémas courbes et plus ou moins allongés, mais ne formant pas les grands infundibulums caractéristiques des Eugyres.

» Enfin le genre *Anurella* Lac.-Duth. ne repose absolument que sur l'absence de la queue chez les larves et tout le reste de l'organisation est le même que chez les *Molgula*. Les recherches embryogéniques que je poursuis chez les Molgulidées me font penser qu'entre la larve modèle et la larve anoure typiques il en existe vraisemblablement d'autres qui ne possèdent qu'une ébauche plus ou moins importante de la queue par suite d'une accélération embryogénique plus ou moins accusée; on observe aussi de notables différences dans la rapidité de la régression des organes larvaires chez les différentes espèces d'Urodèles. Il est bien difficile d'établir des coupures génériques sur des variations semblables dans le processus embryogénique. D'autre part, il n'est pas invraisemblable de penser que l'on pourrait un jour observer des larves anoures dans quelques espèces de genres tels que les Cténicelles, les Eugyres et les *Gamaster,* et il ne sera cependant pas possible de verser ces formes nouvelles dans le genre *Anurella,* dont elles s'éloigneront par toute leur organisation.

» Par suite de la suppression des trois genres précédents et en ne tenant pas compte non plus du genre *Pera* Stimpson, que Herdman et Traustedt ont déjà regardé comme douteux, la famille des Molgulidées se trouve comprendre huit genres, dont trois nouveaux fournis par les collections du Muséum. Leur répartition rationnelle est la suivante :

» Première section. — *Molgulidées à une seule glande génitale située sur le côte droit.*

» Une rangée de grands infundibulums sous chaque méridien; chaque infundibulum formé seulement d'un ou de deux longs trémas spiralés : g. *Gamaster,* n. g.

» Deuxième section. — *Molgulidées à une seule glande génitale située sur le côté droit.*

» Une rangée de grands infundibulums sous chaque méridien; chaque infundibulum formé seulement de deux longs trémas spiralés : g. *Eugyra* Hancock.

» Infundibulums plus ou moins réguliers, de taille et de nombre variables, formés de petits trémas courbes : g. *Eugyriopsis,* n. g.

» Troisième section. — *Molgulidées à glandes génitales paires.*

» Trémas branchiaux généralement courts, courbes, quelquefois rectilignes; infundibulums de taille variable.

» *a.* L'intestin est étendu transversalement sur la face gauche et forme une anse courbe plus ou moins accentuée.

» 1° Siphons nuls; chaque orifice bordé d'une double couronne de lobes inégaux : g. *Astropera,* n. g.

» 2° Siphons à lobes plus ou moins saillants et toujours entiers : g. *Molgula* Forbes.

» 3° Siphons terminés par des lobes dentés : g. *Ctenicella* Lac.-Duth.

» 4° Siphon cloacal à quatre lobes égaux. Siphon branchial courbé en anse avec six lobes inégaux, les deux supérieurs en forme de grande lèvre bifide : g. *Stomatropa,* n. g.

» *b.* Les deux branches de l'intestin sont verticales et non transversales; elles sont parallèles à la glande génitale gauche : g. *Ascopera* Herdm.

» Sur ces huit genres, il n'y a que les g. *Eugyra, Eugyriopsis* et *Ascopera* qui ne soient pas représentés dans les collections du Muséum. Les cinq autres le sont par les espèces suivantes : *Gamaster Dakarensis,* n. sp.; *Astropera villosa,* n. sp.; *Molgula Filholi,* n. sp., *M. gregaria* Herdm., *M. glomerata,* n. sp., *M. socialis* Alder et *M. oculata, voscosita, simplex* qui toutes trois sont associées; *Ctenicella Guimardi,* n. sp., *Ct. Lebruni,* n. sp., *Ctenicella rugosa,* n. sp.; *Stomatropa villosa,* n. sp. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux proboscidien des Glycériens.* Note de M. Ch. Gravier, présentée par M. Edmond Perrier.

« La trompe des Glycériens, observée à l'état de repos, se montre formée de trois régions distinctes :

» 1° Une région antérieure, dévaginable, striée longitudinalement, formant, dans la trompe extroversée, une sorte de fourreau aux deux autres régions; c'est la *gaine pharyngienne;*

» 2° Une région moyenne, essentiellement musculeuse, beaucoup plus courte, nettement délimitée en avant par une membrane quadrilobée externe : c'est la *trompe pharyngienne;*

» 3° Une région postérieure, séparée de la précédente par un étranglement marqué, avec des plis transversaux irréguliers à sa surface : c'est le *ventricule,* auquel l'intestin fait suite.

» La trompe des Glycériens, qui occupe, lorsqu'elle est invaginée, le tiers antérieur du corps (et parfois davantage), est caractérisée moins par sa grandeur exceptionnelle et sa forte musculature que par le développement véritablement surprenant de son innervation, qui en fait un appareil dont la sensibilité surpasse encore la puissance.

» Le système nerveux proboscidien des Glycériens, dont les parties essentielles ont été reconnues par de Quatrefages et surtout par Ehlers, que j'ai étudié principalement chez la *Glycera convoluta* Keferstein, se rattache au cerveau moyen. Celui-ci donne naissance, de chaque côté (1), à sa face inférieure, à un gros tronc nerveux sur lequel se continue son enveloppe fibrillaire, et même, sur une certaine longueur, sa couche cellulaire. Ce tronc fournit un rameau au cerveau postérieur qui le surmonte, puis, au delà de ce dernier, se divise en deux branches d'importance égale; l'externe est le connectif œsophagien qui ne commence, à proprement parler, qu'au niveau de la bifurcation; l'interne est le nerf reliant l'encéphale au système nerveux proboscidien.

» Les fibres de ce nerf forment un anneau qui entoure complètement la gaine de la trompe à son origine. La paroi de celle-ci est essentiellement constituée, dans sa partie antérieure, par une assise musculaire continue, dont les profondes échancrures externes préparent le morcellement en dix-huit faisceaux longitudinaux qui s'effectue un peu en arrière de l'orifice de la trompe. L'anneau nerveux pénètre dans ces échancrures et fournit les dix-huit nerfs qui, dans toute la longueur de la gaine, sont régulièrement intercalés aux piliers qui soutiennent la paroi. Les nerfs de la gaine donnent naissance, presque à tous les niveaux, à des rameaux qui pénètrent dans les papilles, où l'on observe de curieuses terminaisons sensitives.

» Au niveau de la trompe pharyngienne, la membrane quadrilobée qui limite antérieurement cette région moyenne, constitue une très importante masse ganglionnaire proboscidienne, à laquelle s'adjoignent les gan-

(1) *Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 972.

glions quasi fusionnés situés sous l'épithélium qui recouvre l'extrémité de l'appareil extroversé, et que relient entre eux de puissants faisceaux de fibres nerveuses.

» Quatre nerfs, situés dans les plans de symétrie des bourrelets musculaires annexés à la trompe pharyngienne, parcourent la couche profonde de l'épithélium et présentent également, sur leur trajet, des ganglions de renforcement. Chacun d'eux possède un premier ganglion dans la région moyenne de la trompe pharyngienne, un second dans la partie antérieure du ventricule.

» Enfin ces nerfs se continuent dans le ventricule et se ramifient dans les papilles qui le tapissent intérieurement.

» La membrane épithéliale qui revêt l'extrémité de la trompe dévaginée offre à considérer de remarquables terminaisons nerveuses. En dehors de celles qui ont été signalées par Jourdan chez *Rhynchobolus* (*Glycera*) *siphonostoma* Claparède, il en existe d'autres dont la structure est comparable à celle des yeux de beaucoup d'Annélides. En certains points, l'épithélium est un peu en retrait par rapport à la surface générale, s'épaissit considérablement du côté interne. Les cellules de ces cupules prennent un aspect particulier; elles sont beaucoup plus hautes que les cellules épithéliales voisines, surtout dans la zone centrale de la dépression à laquelle elles correspondent, de sorte qu'elles forment un bouton saillant vers l'intérieur. Leur contenu est plus clair et plus transparent que celui des cellules épithéliales normales; elles se détachent, par suite, en clair sur le milieu environnant. Les noyaux sont rejetés dans la partie profonde des cellules qui renferme seule des granulations pigmentaires.

» Les éléments cellulaires en question s'effilent assez fortement du côté de la surface, et se présentent sous forme de bouteilles à col très allongé; ils reposent sur un véritable coussinet nerveux d'une épaisseur considérable.

» Il s'agit ici, sans nul doute, d'un organe sensitif spécialisé. Les cellules qui le composent rappellent de près, par tous leurs caractères, les bâtonnets optiques que l'on observe dans les yeux d'un grand nombre d'Annélides. Il est fort possible que cet organe oculiforme soit affecté à la vision, et non pas seulement à la perception des impressions tactiles. L'hypothèse est d'autant plus vraisemblable que le prostomium est dépourvu d'yeux, et que l'on voit les Glycériens explorer constamment leur route à l'aide de leur trompe.

» Quoi qu'il en soit, l'extrémité de la trompe dévaginée, protégée par

les quatre mâchoires, est douée, grâce à sa riche innervation, d'une sensibilité extrème.

» Il est à noter que l'orifice de la trompe dévaginée doit être regardé comme la véritable bouche au point de vue physiologique; en effet, l'ouverture de la trompe, située sous le prostomium, ne peut servir et ne sert jamais à l'ingestion des proies. Il n'est donc point surprenant de voir les terminaisons sensitives s'accumuler dans cette région de la trompe. Chez les Syllidiens et chez les Phyllodoniens, il existe également, au sommet de la trompe extroversée, un anneau ganglionnaire auquel aboutissent les nerfs de la gaine.

» Si l'on tient compte de l'importance du développemeut des ganglions qui appartiennent en propre à la trompe, dont le volume est notablement supérieur à celui des centres nerveux prostomiaux, on est amené à considérer le système nerveux proboscidien, non comme une dépendance du cerveau moyen, auquel il ne se rattache, du reste, que par deux nerfs, mais comme un ensemble ayant une véritable autonomie, superposé au système nerveux du reste du corps. »

ZOOLOGIE. — *Sur la première origine et le développement des néphridies des Annélides et sur le parallélisme des ontogénies embryonnaire et régénérative* (1). Note de M. **A. Michel**, présentée par M. E. Perrier.

« Dans deux Notes précédentes (2), j'ai traité du développement des néphridies dans le bourgeon de régénération caudale d'*Allolobophora fœtida*, et j'ai montré la ressemblance de ces organes en développement avec ceux de l'embryon.

» Cependant je n'avais pu découvrir le début de la néphridie, et, d'après sa situation, au stade le plus jeune observé, entre deux faisceaux de filaments le long de la cloison, j'avais pensé que son lieu d'origine était le tissu enclavé entre les sacs cœlomiques dans l'épaisseur de la cloison. Depuis je suis arrivé à saisir la toute première ébauche néphridienne : c'est au sommet du bourgeon, dans le mésoderme encore plein, au voisinage immédiat

(1) Travail du laboratoire d'Évolution, à la Sorbonne.

(2) A. Michel, *Sur l'origine des bulbes sétigères et des néphridies chez les Annélides* (*Comptes rendus*, 3 janvier 1898). — *Sur l'origine des néphridies chez les Annélides* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 2 avril 1898).

d'une lacune se régularisant en vaisseau annulaire, une *grande cellule*, qui, dès l'apparition du clivage, fait partie de la *somatopleure* elle-même, à la face antérieure et vers le bord extérieur de la cloison ; bientôt cette cellule se prolonge vers l'extérieur par une sorte de queue fibrillaire. A la cloison précédente on retrouve cette grande cellule avec le même prolongement fibrillaire, mais portant en arrière et vers l'extérieur une série de petites cellules, suivant ma description antérieure. De même, pour le développement ultérieur, je ne puis que maintenir les résultats déjà énoncés : à l'aide de la grande cellule, formation du *pavillon*, d'abord sous forme d'une pile arquée d'éléments plats, toujours d'ailleurs avec prolongements fibrillaires convergeant vers l'extérieur; allongement de la série de petites cellules en un cordon d'abord rectiligne de petites cellules transverses, en coin, alternant d'un bord à l'autre; recourbement de ce cordon en une anse postérieure qui, refoulant la paroi du sac cœlomique suivant, auquel elle confinait seulement, vient se loger dans cet espace, mais toujours revêtu de l'épithélium qui le limite; pénétration de l'extrémité du cordon dans la couche sous-épidermique, au milieu des ébauches musculaires, près du bulbe sétigère ventral.

» Ainsi, plus complètement encore que dans mes Notes précédentes, par l'origine *unique* et *somatopleurale* de la néphridie, par le développement, la structure, la forme et les rapports du pavillon et du cordon, je puis conclure à un *parallélisme* remarquable des développements ontogéniques, *embryonnaire* (1) et *régénératif*. »

ZOOLOGIE. — *Sur les pièces buccales des Acariens*. Note de M. **A. Brucker**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Si l'on étudie la partie antérieure du corps d'un Trombidion en combinant l'étude par transparence avec la méthode des coupes en série, on voit que sa constitution est la suivante :

» Vue latéralement, la partie la plus antérieure de la tête se montre rétrécie peu à peu et constitue ce que j'appellerai le *rostre;* ce rostre con-

(1) D'après R.-S. Bergh, *Neue Beiträge zur Embryologie der Anneliden* : I. *Zur Entwickelung und Differenzierung des Keimstreifens von Lumbricus* (*Zeitschr. f. w. Zool.*, L, 1890, p. 469-526; Pl. XIX-XXI).

tient les deux gros troncs trachéens et porte à sa partie dorsale les appareils stigmatiques.

» Sur ce rostre s'insèrent latéralement les chélicères : c'est la preuve qu'il est bien la partie antérieure du corps.

» Au-dessous du rostre, un puissant développement de l'ectoderme autour de la bouche a formé une grande *trompe* contenant à son intérieur le pharynx, ses muscles dilatateurs et constricteurs et deux glandes, les glandes à venin (Giftdrüsen) de Henking. La bouche est donc située à sa partie antérieure. De chaque côté de sa base s'insèrent les pédipalpes; mais ils se sont soudés à elle sur une partie de leur longueur, et leur partie libre paraît ainsi insérée sur la trompe.

» En section transversale la trompe a la forme d'un croissant à concavité tournée vers le haut. Dans la région où les pédipalpes se sont fusionnés avec elle, l'appareil ainsi formé conserve la forme d'un croissant, mais dont alors les cornes sont formées par les pédipalpes. Avant comme après la fusion, nous pouvons donc distinguer une surface supérieure et une surface inférieure de la trompe. La surface supérieure forme une gouttière dans laquelle reposent les chélicères; la surface inférieure est soudée sur la ligne médiane à la face inférieure du pharynx. Ce pharynx a également la forme d'un croissant à concavité tournée vers le haut.

» A la partie antérieure de la trompe les coupes en série montrent que le pharynx s'ouvre à l'extérieur par l'extrémité des cornes. Il en résulte l'individualisation d'une pièce médiane impaire l'*épipharynx*. Sa surface inférieure est homologue à la surface supérieure du pharynx, et sa surface supérieure est homologue à la surface supérieure de la trompe.

» En résumé, il y a chez les Acariens, formant la partie antérieure du corps : 1° un rostre portant les chélicères; 2° une trompe pharyngée soudée aux pédipalpes.

» Sans entrer dans la discussion des observations et des théories antérieures sur les pièces buccales des Acariens, on peut remarquer les points suivants : beaucoup d'observateurs n'ont pas vu la face supérieure de la trompe qui est du reste très mince et que Henking a pour la première fois décrite avec soin; dans l'ensemble formé par la trompe et les pédipalpes, on a essayé de retrouver des appendices transformés. Haller en a retrouvé plusieurs paires; et généralement on le considère comme formé par une paire d'appendices dont les bases, qu'on appelle *maxilles,* seraient soudées sur la ligne médiane, tandis que leurs palpes resteraient libres sur les

côtés, comme il arrive pour la lèvre inférieure des Insectes. Il ne peut en être ainsi puisque la trompe contient le pharynx. Enfin l'insertion des chélicères sur le rostre et, par suite, la valeur morphologique de celui-ci sont restées jusqu'ici inaperçues.

» Chez les autres Arachnides le Mémoire de H.-M. Bernard *Sur la morphologie comparée des Galéodides* (*Transact. of the Linnean Society*; 1896) nous apprend qu'une trompe tégumentaire de ce genre existe chez les Galéodides. H.-M. Bernard la considère arbitrairement comme formée par le développement vers l'avant du bord supérieur de la bouche qui donne ainsi un *labrum*, et du bord inférieur qui donne un *labium*, ces deux pièces après coup se soudant complètement par leurs bords. Quoi qu'il en soit, l'essentiel est qu'il considère la trompe comme une formation tégumentaire et qu'il ne veut pas se ranger à l'avis de Croneberg qui y voit des appendices transformés. Chez les autres Arachnides H.-M. Bernard retrouve les mêmes parties, trop peu développées chez les Scorpions pour que l'on puisse parler d'une trompe, mais se développant davantage dans les divers ordres. Chez les Thélyphonides les pédipalpes se soudent l'un à l'autre au-dessous de la trompe sans se fusionner avec elle; nous avons vu que, chez les Acariens, ils se fusionnent avec elle sans se souder entre eux.

» Enfin dans une famille d'Acariens, les Gamasides, H.-M. Bernard ajoute en passant qu'il a reconnu d'après les figures de Winkler qu'il y a chez eux une trompe typique comparable à celle des Galéodides et contenant l'appareil suçeur sur la plus grande partie de sa longueur. Cette vue est confirmée par ce que j'ai trouvé en étudiant les pièces buccales des Trombidions, du reste sans la connaître; et pour les Gamasides en particulier je peux la préciser. Dans la partie antérieure du corps des Gamasides, on retrouve, en effet, les mêmes parties que dans celle des Trombidions; mais le rostre s'y soude avec les cornes de l'appareil formé par la trompe et les pédipalpes fusionnés; de cette manière il se forme autour des chélicères un tube complet dans lequel elles sont susceptibles de déplacements longitudinaux. »

ZOOLOGIE. — *Étude des glandes défensives de quelques Coléoptères* (¹).
Note de M. **L. Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La plupart des Insectes possèdent, à l'extrémité postérieure du corps, dans le voisinage de l'anus, des glandes appelées *glandes anales*, qu'on peut considérer comme des organes appendiculaires des derniers segments du corps. Ces glandes jouent le rôle d'appareils de défense ou de protection. Leurs formes et leurs produits de sécrétion varient à l'infini suivant les familles. C'est ainsi que, chez les *Hyménoptères*, elles constituent les glandes venimeuses et sécrètent un liquide dont le produit dominant est l'acide formique. Celles des *Cynipidæ* élaborent une sécrétion qui produit, chez les végétaux, la formation d'excroissances nommées *galles*. Dans d'autres familles (*Carabidæ, Silphidæ*), les *glandes anales* produisent un liquide fétide, riche en acide butyrique, ou bien encore, comme chez les *Brachinus*, un liquide qui se volatilise en produisant une petite crépitation et colorant légèrement les doigts en jaune. Les *Dytiscidæ* sont, de même, pourvus de glandes anales très développées, suivies d'un volumineux réservoir collecteur, dans lequel viennent s'accumuler les produits sécrétés. Ces derniers sont, à un moment donné, brusquement expulsés au dehors par l'effet des contractions des parois musculaires de la vésicule. Le liquide, lancé dans l'eau ambiante, amène la formation d'un léger nuage brunâtre, à la faveur duquel l'insecte peut facilement se dérober aux poursuites de ses ennemis.

» Parmi les Dytiscidæ, nous avons surtout étudié les *glandes anales* ou glandes défensives du *Cybister Rœselii* (Fabr.), du *Dytiscus marginalis* (L.), du *D. latissimus* (L.), etc. Ces glandes sont très volumineuses, paires et constituées par deux tubes blanchâtres, très développés, entortillés et pelotonnés en une masse ovoïde, d'apparence intestiniforme et située dans les derniers segments abdominaux, de chaque côté du tube pénial, en avant et au-dessous du rectum. Chaque tube glandulaire dépasse, quand il est complètement déroulé, quatre ou cinq fois la longueur totale du corps de l'insecte. Il se rétrécit vers sa partie terminale et va s'ouvrir à la face postéro-

(¹) Extrait d'un travail, *Les glandes défensives des Insectes*, fait au laboratoire de M. le professeur Marion, à Marseille.

interne d'une grosse vésicule piriforme, mesurant de 4^{mm} à 5^{mm} de longueur sur 3^{mm} de large. Cette vésicule est constamment distendue et renferme un liquide nauséabond et d'une teinte vert foncé, analogue à celle que prend la bile quand elle a subi l'action du suc gastrique ou de l'oxygène. Peu à peu la coloration change et, après un séjour plus ou moins long de l'animal dans l'alcool, la teinte du contenu de la vésicule devient jaunâtre, tandis que les tubes glandulaires conservent leur coloration blanc foncé.

» La structure de la glande est des plus simples. Elle comprend extérieurement une mince membrane péritonéale, au-dessous de laquelle existe une couche musculaire. Enfin, tout à fait à l'intérieur et limitant le lumen central, se trouve l'assise épithéliale, constituée par des cellules sécrétrices rectangulaires.

» Le canal excréteur fait directement suite à la vésicule et peut être considéré comme le prolongement de cette dernière dont l'extrémité postérieure va s'amincissant progressivement. On peut cependant considérer son origine comme située au point d'embouchure de la glande tubuleuse dans la vésicule. C'est un canal régulièrement cylindrique, de 9^{mm} à 12^{mm} de longueur. Sa portion terminale rampe sur les parois latérales du pénis, passe sous les deux portions dilatées des deux pièces chitineuses provenant de l'arc en fer à cheval qui soutient l'armure génitale, et va s'ouvrir, non pas dans le rectum, mais bien dans un petit cloaque, de chaque côté et un peu en arrière de l'orifice anal. En avant de l'anus, et séparé de ce dernier par une cloison aplatie, existe un large orifice ovoïde, à grand axe transversal, par où l'on voit poindre la portion terminale du tube pénial.

» Le réservoir collecteur et le canal excréteur sont pourvus d'une assise musculaire plus puissante que celle qu'on observe dans la glande.

» Les *glandes anales* ne débouchant pas dans le tube digestif ne doivent, certes, jouer aucun rôle dans les phénomènes de la digestion. Ce sont peut-être des organes d'excrétion, ainsi que le feraient supposer la couleur et la nature du liquide qui est éliminé. Ces *glandes anales* sont, en tous cas, des organes de défense, dont le contenu, lancé par l'insecte, sert à écarter ses ennemis et à se dérober à leur poursuite. De plus, l'odeur nauséabonde du liquide doit également servir à cette fin. Quand on excite l'animal, on voit, en effet, celui-ci, avant de s'enfoncer dans la vase, lancer dans le milieu ambiant un liquide jaunâtre qui obscurcit l'eau momentanément. »

GÉOLOGIE. — *Les plissements de l'Aurès et les formations oligocènes dans le sud de Constantine.* Note de M. **E. Ficheur**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« La structure des chaînes du massif de l'Aurès présente une remarquable symétrie, mise en évidence, d'après les travaux de Tissot, par la Carte géologique de l'Algérie (1889).

» Un anticlinal infra-crétacé, à noyau jurassique (axe du Lazereg), dirigé du sud-ouest au nord-est, s'infléchit à son extrémité nord pour former l'axe des dômes du Chélia et du Dj.-Noughis. Sur les flancs se superposent les assises crétacées, fortement redressées, parfois verticales à l'est, et légèrement déversées à l'ouest, sur la rive gauche de l'oued Abdi.

» Symétriquement disposés de part et d'autre, deux synclinaux, aigus à leur pointe nord, vont en s'élargissant vers le sud-ouest : le synclinal de l'Ahmar-Khaddou à l'est, celui du Mahmel à l'ouest (1). Ce dernier se subdivise par la formation successive de deux anticlinaux secondaires dans le Sénonien, et donne naissance aux chaînons atténués qui s'abaissent à la dépression d'El-Kantara à El-Outaïa. Les prolongements de ces axes vers l'ouest et l'anticlinal de Metlili au nord sont l'origine des ridements crétacés qui séparent le bassin du Hodna du Sahara.

» Les plis extérieurs affectant le Cénomanien-Turonien, au nord dans les Ouled-Fedala, à l'est dans les Beni-Melloul, ne présentent que de larges ondulations. Au sud-est, la retombée de l'Ahmar-Khaddou, par l'anticlinal du Tagueltiout, offre une orientation de l'ouest à l'est, sensiblement parallèle à l'axe du Chélia, avec ridement secondaire à la bordure saharienne.

» Les grandes cuvettes synclinales de l'Ahmar-Khaddou (Beni-bou-Sliman) et du Mahmel (vallée de Bouzina), de même que les vallées isoclinales des Ouled-Daoud et de l'Oued-Abdi, situées de part et d'autre du grand axe, sont occupées par des formations d'origine continentale, nettement reconnues par Tissot comme antémiocènes, et indiquées comme telles en partie sur la Carte géologique générale.

---

(1) Cette disposition a été rendue de la manière la plus expressive dans les travaux topographiques de la feuille au $\frac{1}{200000}$ de l'Aurès, levée par le Service géographique de l'Armée.

» Nos études dans le massif de l'Aurès, et plus récemment dans le bassin du Hodna, nous permettent de préciser l'extension et l'importance de ces dépôts, et leurs relations tectoniques avec les chaînons crétacés (1). La coupe d'El-Kantara, au flanc du Djebel-Kteuf, résume la succession de ces dépôts :

» 1° A la base, argiles blanches ou jaunes avec bancs de gypse, occupant le fond des cuvettes ;

» 2° Puissante accumulation de conglomérats et grès grossiers, de coloration rouge souvent intense, intercalés d'argiles rouges traversées de filonnets gypseux ; l'origine torrentielle est manifeste ;

» 3° Grès, poudingues et calcaires à *Pecten numidus* (*Cartennien*), en discordance remarquable sur les assises précédentes. Au-dessus se développent, dans la dépression au nord d'El-Outaïa, les marnes grises et bleuâtres à facies cartennien, intercalées de grès à grandes huîtres, du type *crassissima,* et à pectinidés.

» La comparaison avec les assises oligocènes du bassin de Constantine (2) s'impose ; l'équivalence des argiles à gypse d'El-Kantara et des argiles à hélices dentées du Polygone de Constantine se complète par la présence des mêmes hélices dans l'assise inférieure à El-Outaïa ; les conglomérats et argiles rouges représentent l'Aquitanien.

» Les conglomérats oligocènes s'étendent sur les pentes inférieures de l'Ahmar-Khaddou et sur les contreforts de la bordure saharienne, en couches plissées dans les synclinaux crétacés ou suessoniens, démantelés. Au Djebel-Mour, près de Branis, les marnes cartenniennes passent insensiblement, à la partie supérieure, à des argiles blanches et rougeâtres, avec couches gypseuses, facies saumâtre qui paraît correspondre au retrait de la mer à la fin de cette période.

» Des dépôts analogues, morcelés et réduits parfois à de simples taches, existent au flanc des chaînons crétacés et dans les vallonnements, dans la dépression entre Hodna et Sahara, notamment dans la vallée de Mdoukal ; ils sont également recouverts par les lambeaux miocènes jusqu'à l'ouest du Djebel-Dokhan. Ces mêmes conglomérats s'étendent sur le revers sud du

---

(1) Ces études, faites pour le Service géologique de l'Algérie, ont été facilitées par l'accueil empressé qui m'a été offert par M. le commandant de Mussy, chef des brigades topographiques d'Algérie et Tunisie, et tous les officiers de ce Service.

(2) Ficheur, *Le bassin lacustre de Constantine et les formations oligocènes en Algérie* (*Comptes rendus,* 7 mai 1894).

Djebel-Maharga, vers Bousaâda, où ils ont été démantelés et masqués localement par les apports caillouteux pliocènes et quaternaires.

» Au nord du Hodna, la zone d'argiles à gypse, surmontées de poudingues rouges, signalée par Brossard sur tout le versant méridional du Mahdid, reproduit absolument la même série, recouverte par le Miocène cartennien.

» Dans toute cette région, les différents étages du Crétacé au Suessonien forment le substratum des dépôts oligocènes et miocènes. Les plissements de l'Aurès et des chaînes du Hodna paraissent avoir suivi l'émersion consécutive au Suessonien. Les érosions avaient dessiné les grandes lignes du relief de l'Aurès lorsque se sont formées dans les dépressions aurasiennes, et probablement dans les cuvettes du Hodna ou du Sahara septentrional, les lagunes ou chotts du début de l'Oligocène, comblées par les puissants apports caillouteux de l'Aquitanien.

» L'affaiblissement du bassin du Hodna et du flanc ouest de l'Aurès amène l'invasion marine cartennienne, qui a pénétré dans quelques-unes des vallées aurasiennes en golfes étroits, en s'étendant, au nord, vers Lambèse et Khenchela.

» Selon toute apparence, les plissements post-cartenniens se sont produits sur l'emplacement des axes antérieurs. A cette phase correspondent les actions énergiques qui ont accentué les étirements, avec déversement au sud-est de la chaîne du Touggour de Batna.

» Tous les dépôts postérieurs sont d'origine continentale et n'ont pas subi l'influence de ces plissements aurasiens. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les microrganismes des Lignites*. Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Dans plusieurs Notes antérieures (1), nous avons démontré l'existence de nombreux microrganismes entrant dans la constitution de divers combustibles fossiles, tels que : Houilles, Bogheads, Cannels; il nous restait à examiner, à ce point de vue, les Lignites et les Tourbes.

» Aujourd'hui, nous indiquerons les résultats de nos premières recherches sur les Lignites. Ces combustibles, ainsi que les Tourbes, offrent,

(1) *Comptes rendus*, 8 juin 1897 et 7 février 1898.

bien plus que les Cannels et la Houille, des degrés divers dans l'altération des tissus végétaux qui ont concouru à leur formation.

» Tantôt, en effet, le bois offre une conservation presque parfaite et peut être travaillé et poli; tantôt, au contraire, les différents débris de plantes sont désorganisés, peu reconnaissables et comme fondus dans une substance amorphe qui rappelle, sans en avoir la composition, la matière fondamentale des Cannels et des Bogheads. Tous les passages existent entre le Lignite à peine ébauché, brun jaunâtre, et le Lignite *fait*, à cassure noire et résinoïde.

» Nous choisirons deux exemples intermédiaires entre ces deux états extrêmes :

» 1° Les bois de Conifères pliocènes de Durfort (1) ne sont qu'en partie transformés.

» Les vaisseaux du bois quoique aplatis portent encore leurs ornements; les rayons cellulaires sont distincts; mais les parois de ces divers éléments paraissent corrodées, déchiquetées, creusées de sillons. Avec un grossissement de 1200 diamètres, on distingue des chapelets de Microcoques dirigés à l'intérieur des arêtes communes des vaisseaux et suivant leur longueur; perpendiculairement à cette direction, et toujours dans l'épaisseur des parois, des files de Microcoques rectilignes ou sinueuses se portent vers l'arête opposée; le rapprochement de ces lignes est tel, en beaucoup de points, que l'on se trouve en présence de plages uniquement occupées par des Bactériacées.

» Il n'est guère possible, en présence de ces faits, de ne pas admettre l'intervention des Microcoques dans la transformation des tissus végétaux en lignite; leurs dimensions sont un peu plus faibles que celles du *Micrococcus Carbo* de la houille; ils ne mesurent que $0^{\mu},3$ à $0^{\mu},4$; ils sont incolores ou peu colorés. Nous les avons désignés sous le nom de *Micrococcus lignitum*.

» 2° Le deuxième exemple que nous citerons est celui d'un lignite éocène du département de l'Hérault, paraissant plus près de son état définitif et présentant une cassure noire et brillante.

» Sur les lames minces rendues transparentes, la matière fondamentale, de couleur rouge brun, est parsemée de débris végétaux et de quelques

---

(1) Durfort (Gard) est la localité qui a fourni le magnifique squelette d'*Elephas meridionalis* exposé dans les galeries de Paléontologie du Muséum.

corps d'Infusoires. Les débris végétaux se composent de fragments d'épiderme, de portions de tissus en palissade, de nombreux filaments mycéliens et surtout de conidies souvent adhérentes à des pédicelles ou à des parties de mycéliums.

» La plupart des conidies appartiennent aux genres vivants *Helminthosporium* et *Macrosporium*. Le premier est représenté par sept espèces, dont cinq nous ont paru nouvelles; le second par une seule, mais qui est également nouvelle.

» Nous avons cru devoir créer un genre nouveau pour des conidies globuleuses, sphériques ou ellipsoïdales, rappelant le *Stemphylium magnusianum* de Saccardo, mais s'en écartant assez pour légitimer cette création; ce genre sera nommé *Morosporium;* il comprend deux espèces.

» Les genres *Helminthosporium* et *Morosporium* sont assez fréquents à l'état fossile; nous les avons retrouvés, représentés par plusieurs espèces, dans les lignites de Salzhausen, de Francfort, et dans les schistes lignitifères de Menat.

» Les Microcoques sont disséminés dans la matière fondamentale, assez difficiles à voir, même sous un fort grossissement; mais ils deviennent parfaitement distincts quand ils se trouvent rassemblés sur quelques fragments de cellules ou de vaisseaux.

» Les restes d'animaux sont assez fréquents; on y trouve des coquilles de Lymnées et de Planorbes, et des Infusoires.

» Les Infusoires appartiennent à la famille des *Keronina* cuirassés; ils sont encore munis de cirrhes et de cornicules; aucun ne présente de styles; ils peuvent se ranger dans les genres *Plœsconia, Aspidisca* et *Cinetoconia;* ce dernier genre est nouveau.

» Quelques débris de trame siliceuse, sphériques, indiquent la présence d'Amibes se rapprochant des *Clathrulina* ou des *Hedriocystis*.

» *Conclusions*. — 1° Les Bactériacées, sous forme de Microcoques, existent en abondance dans les lignites que nous avons étudiés, soit à l'intérieur des fragments de bois en voie de décomposition, soit dans la matière fondamentale qui réunit les organismes végétaux et animaux que l'on y rencontre.

» 2° Cette matière fondamentale a joui d'une certaine fluidité, puisqu'elle les a moulés et pénétrés; sa production est peut-être due au travail microbien sur ces organismes eux-mêmes.

» 3° Les lignites cités ont dû se former dans des eaux peu profondes,

marécageuses, dans lesquelles pouvaient vivre et se développer de nombreux Infusoires.

» 4° De nombreux débris végétaux : bois, feuilles, écorces, etc., souvent dans un état de décomposition très avancé, constituent la masse du lignite, et ce sont eux qui ont apporté les Champignons microscopiques développés à leur surface et dont on rencontre les fructifications et les mycéliums. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'emploi des engrais en Horticulture*. Note de MM. **Alexandre Hébert** et **G. Truffaut**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« La production des plantes à fleurs et des arbustes d'ornement s'accroît chaque année : elle est devenue une véritable industrie; les questions de temps et de rendement y jouent maintenant un rôle des plus importants.

» Pour obtenir rapidement des plantes complètement développées, l'emploi des engrais est indispensable. Il importe néanmoins de ne pas en faire un usage immodéré qui pourrait avoir un effet nuisible au point de vue horticole. C'est ainsi que nous avons montré que les *Cyclamen* (1), croissant dans une terre fumée modérément, donnaient une production abondante de fleurs bien développées, tandis que les mêmes végétaux, cultivés dans un sol fumé trop copieusement, dégénéraient et exagéraient la production de leurs feuilles aux dépens de celle des fleurs pour lesquelles ils sont recherchés.

» Au contraire, si l'on distribue les engrais d'une façon rationnelle et raisonnée en se basant sur la composition azotée et minérale des plantes, on obtient des sujets bien développés et d'une croissance beaucoup plus rapide. Nous rappellerons, à cet égard, notre étude sur les *Cattleya* (2) et la détermination que nous avons effectuée des matières fertilisantes nécessaires à prolonger leur période de productivité.

» Depuis, nous avons fait usage des engrais dans la culture d'un assez grand nombre de végétaux d'ornement. Les *Dracœna Bruanti* sont une des espèces qui nous ont donné les meilleurs résultats; on les cultivait dans des pots de $0^{m},10$ de hauteur, contenant 330^{gr} de terreau de feuilles de Maurepas; l'expérience a commencé sur des boutures de $0^{m},25$ à $0^{m},30$.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1212.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1311.

Une fraction seulement des plantes en expériences a reçu des engrais, le reste était conservé comme témoin.

» Une analyse préalable de ces végétaux nous a conduits à leur distribuer, pendant la durée des essais, 25gr d'un mélange d'azotate de potasse, de chlorure d'ammonium, de phosphate d'ammoniaque, de sulfate de magnésie et de sulfate de fer correspondant aux quantités suivantes :

Azote	3gr,06	Acide sulfurique	3gr,91
Potasse	7,39	Magnésie	1,06
Chlore	0,72	Oxyde de fer	1,08
Acide phosphorique	1,45		

» L'expérience a duré neuf mois (mars à novembre), pendant lesquels les végétaux ont été maintenus en serre, sans avoir subi aucun rempotage. L'effet des engrais était nettement visible très peu de temps après le début des essais et s'est accentué de plus en plus. Les plantes traitées étaient beaucoup plus fortes et plus vertes que les autres; leurs tiges plus turgescentes, plus dures, plus lignifiées; leurs racines plus développées, mais pas proportionnellement aux parties aériennes. La valeur marchande des plantes témoins, qui atteignaient à peu près la somme de 2fr, était portée au double pour les sujets ayant reçu une addition d'engrais.

» Il était intéressant de rechercher l'influence que les matières fertilisantes avaient exercée sur la composition chimique des végétaux. Les pesées et les analyses des échantillons témoins ou traités ont accusé les chiffres moyens suivants pour les compositions centésimale ou totale d'une plante.

	Matière sèche pour 100.		Composition d'un *Dracœna* entier.	
	Dracœna non traité.	*Dracœna* traité.	non traité.	traité.
Poids total	»	»	260gr	480gr
Eau	»	»	187	349
Matière sèche	»	»	73	131
Matière organique	82,50	81,89	60,23	107,28
Cendres	17,50	18,11	12,77	23,72
Azote	2,20	2,72	1,60	3,56
Composition centésimale des cendres.				
Silice	71,50	71,65	9,13	16,99
Chlore	2,71	2,37	0,34	0,56

	Matière sèche pour 100.		Composition d'un *Dracœna* entier.	
	Dracœna non traité.	*Dracœna* traité.	non traité.	traité.
			gr	gr
Acide sulfurique.....	3,44	1,89	0,43	0,44
Acide phosphorique.....	2,98	2,49	0,38	0,59
Oxyde de fer.....	2,10	2,59	0,26	0,61
Alumine.....	0,05	0,51	0,006	0,12
Chaux.....	6,04	6,83	0,77	1,62
Magnésie.....	1,40	1,05	0,17	0,24
Potasse.....	8,70	8,70	1,11	2,06
Soude.....	0,68	1,27	0,08	0,60
Oxyde de manganèse....	Traces.	Traces.	Traces.	Traces

» Ce Tableau montre que la composition centésimale des sujets, traités ou témoins est absolument identique, sauf pour l'acide sulfurique, l'alumine et la soude; mais le poids final a doublé, pour les végétaux traités, tant au point de vue de la matière minérale qu'à celui de la matière organique édifiée par les cellules de la plante.

» L'assimilation n'a pas été modifiée au point de vue relatif, mais elle a doublé au point de vue absolu. Toutes les substances apportées par les engrais ont profité au végétal excepté l'acide sulfurique dont l'importance semble minime. On voit aussi que les plantes ayant leur subsistance largement assurée ont pu assimiler une plus grande quantité de silice, d'alumine, de chaux et de soude, éléments qu'on ne leur avait pas distribués sous forme d'engrais, mais qui sont contenus en excès dans les sols horticoles ou dans les eaux d'arrosage.

» Cet exemple indique bien l'excédent de production que l'on peut obtenir par l'emploi rationnel des matières fertilisantes. Nous avons d'ailleurs effectué des expériences identiques et avec un succès analogue sur les espèces suivantes :

Adiantum.
Anthemis.
Areca sapida.
Asparagus (divers).
Begonia rex.
Chrysanthemum.
Cocos Weddelliana.
Corypha australia.
Dracœna (divers).
Ficus elastica.
Fushia.
Héliotrope.
Hortensia.
Kentia Balmoreana.
Latania.
Medeola.
Pandanus utilis.
Phœnix.
Rosiers.

» En employant judicieusement les engrais on peut donc donner à l'in-

dustrie horticole de la France une vigoureuse impulsion; la vente des plantes d'ornement à feuillage et à fleurs prenant une importance de plus en plus considérable, on arrivera d'ici peu, avec une dépense insignifiante d'engrais, à augmenter dans une large mesure la prospérité de ce commerce si éminemment national. »

M. **Potain** présente à l'Académie, au nom de M. *Imbert*, de Montpellier, deux radiographies sur lesquelles on reconnaît distinctement l'altération athéromateuse de petites artères, la radiale et la cubitale pour l'une, la pédieuse pour l'autre.

L'une de ces radiographies a été obtenue sur le cadavre, l'autre sur le vivant.

M. **Maurice Lévy** met sous les yeux de l'Académie quelques photographies en couleurs obtenues par M. Dugardin.

M. **G. Perry** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Notes de Physiologie mathématique ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juin 1898.

(Suite.)

Nos Terrains, par Stanislas Meunier, Professeur de Géologie au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Paris, A. Colin et C^ie^, 1898; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Spectroscopie du sang, par le D^r^ Albert Hénocque, Directeur adjoint du laboratoire de Physique biologique du Collège de France. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Éloge de Paul-Louis Durozier, ancien Chef de Clinique à la Charité, etc. Prononcé à la Société de Médecine par M. le Dr G. de Beauvais, ancien Chef de Clinique à l'Hôtel-Dieu, etc. Paris, imp. Davy, 1898; 1 broch. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Cinquantenaire 1848-1898. Paris, 1898; 2 vol. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie. *Bulletin de la Société d'Astronomie,* etc. Directeur : Joseph Vinot. Juillet 1898; in-4°.

Proceedings of the United States national Museum. Volume XIX. Washington, 1897; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 juin 1898.

Œuvres mathématiques de Riemann, traduites par L. Laugel, avec une préface de M. Hermite et un discours de M. Félix Klein. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, publiées par les Professeurs. Deuxième série. Tome IX. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Revue maritime. Couronnée par l'Académie des Sciences, le 28 décembre 1874. Mai 1898. Paris, L. Baudouin; 1 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Première Partie : *Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions, au service de l'ingénieur*. 1898. Premier trimestre. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 vol. in-8°.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. Volumes LI et LII. Sixième série : Tomes I et II. Bordeaux, J. Durand, 1897; 2 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers (ancienne Académie d'Angers). Tome onzième. (Année 1897.) Angers, Lachèse et Cie, 1898; 1 vol. in-8°.

Traitement de la syphilis par les injections intra-musculaires de sérum artificiel bichloruré, à doses intensives et éloignées, par le Dr Jules Chéron, Médecin de Saint-Lazare. Clermont (Oise), Daix frères; 1 broch. in-8°.

Yearbook of the United States department of Agriculture. 1897. Washington, 1898; 1 vol. in-8°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien und der Hercegovina im Jahre 1896. Wien, 1897; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 23 mai 1898.)

Note de M. *Marey*, La Chronophotographie appliquée à l'étude des actes de la force musculaire :

Page 1472, lignes 28 et 29, *au lieu de* A désigne le triceps...., *lisez* A, grand-rond; B, sus-épineux.... (comme dans la légende de la *fig.* D, Tableau III).

Note de MM. *A. Lacroix* et *P. Gautier*, Sur les minéraux des fumerolles basaltiques de Royat (Puy-de-Dôme) :

Page 1530, ligne 8, *au lieu de* avec laquelle il est impossible de voir ...., *lisez* avec laquelle il est possible de voir....

(Séance du 13 juin 1898.)

Au lieu de Présidence de M. WOLF, *lisez* Présidence de M. VAN TIEGHEM.

N° 25.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 20 juin 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. Laussedat. — Centenaire de la fondation du Conservatoire des Arts et Métiers. 1747

M. J. Violle. — Actinométrie en ballon-sonde..... 1748

M. L. Cailletet. — Sur l'étude de la haute atmosphère..... 1749

M. L. Troost. — Sur la température d'ébullition de l'ozone liquide.. 1751

M. Henri Moissan. — Préparation du calcium cristallisé..... 1753

M. Edmond Perrier. — Note sur la classification des Tuniciers..... 1758

MM. Ramsay et Travers — Nouveaux gaz de l'air atmosphérique..... 1760

MÉMOIRES LUS.

M. Emm. Drake del Castillo. — Sur les Rubiacées de la flore de Madagascar..... 1763

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Marcel Deprez est adjoint à la Commission chargée d'examiner les appareils de M. *Ader*..... 1766

M. Ch. Durr adresse divers Mémoires relatifs à des questions de Médecine. ... 1766

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage intitulé : « Œuvres mathématiques de *Riemann* », traduites par *L. Laugel* avec une préface de M. *Hermite* et un discours de M. *Félix Klein*.. 1766

M. Giacobini. — Découverte d'une nouvelle comète, à l'observatoire de Nice..... 1767

M. G. Fayet. — Éléments provisoires de la comète Perrine (14 juin 1898)..... 1767

M. F. Rossard. — Observations de la comète Coddington, de la comète Perrine (14 juin 1898) et de la comète Giacobini faites à l'observatoire de Toulouse à l'équatorial Brunner de 0m,25 d'ouverture. 1767

M. G. Bigourdan. — Observations des nouvelles comètes Coddington (1898, juin 18) et Giacobini (1898, juin 18), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)..... 1768

MM. G. Bigourdan et G. Fayet. — Observations de la nouvelle comète Perrine (1898, juin 14), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest). 1770

M. L. Picart. — Observations de la comète Coddington (11 juin 1898), faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux..... 1771

M. Maurice Hamy. — Application des franges d'interférence, à grandes différences de marche, à l'étude des micromètres..... 1772

M. Jules Andrade. — Le groupe d'équivalence et ses bases cinématiques 1775

M. L. Lecornu. — Sur la stabilité de l'équilibre 1777

M. Maillet. — Sur un appareil dit *anémotrope*..... 1779

MM. A. Perot et Ch. Fabry. — Methode pour la mesure optique de longueurs pouvant atteindre plusieurs décimètres..... 1779

M. H. Le Chatelier. — Influence de la trempe sur la résistance électrique de l'acier 1782

M. P. Janet. — Sur le redressement des courants alternatifs..... 1785

M. R. Swyngedauw. — Sur la multiplication paradoxale de la décharge dérivée d'un condensateur..... 1788

M. Dubois. — Résistance du corps humain dans la période d'état variable du courant galvanique..... 1790

M. Pouget. — Sur les sulfoantimonites des métaux alcalino-terreux..... 1792

M. Marcel Delepine. — Bases pyridiques. 1794

M. G. André. — Sur quelques bases dérivées de la pipéridine..... 1797

M. H. Causse. — Sur les dérivés bromés de la morphine..... 1799

MM. P. Cazeneuve et Moreau. — Sur de nouvelles diuréthanes aromatiques de la pipérazine..... 1801

M. A. Mouneyrat. — Action du chlore sur

N° 25.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

le chlorure d'éthylène en présence du chlorure d'aluminium. Chloruration de l'acétylène..... 1805

M. E.-E. Blaise. — Synthèse de l'acide tétraméthylglutarique symétrique..... 1808

M. Chavastelon. — Sur une combinaison cristallisée de l'acétylène avec le chlorure cuivreux..... 1810

M. A. Cannieu. — Sur le palmaire cutané et son évolution..... 1813

M. Antoine Pizon. — Classification des Molgulidées. Formes nouvelles des collections du Muséum..... 1814

M. Charles Gravier. — Sur le système nerveux proboscidien des Glycériens..... 1817

M. A. Michel. — Sur la première origine et le développement des néphridies des Annélides et sur le parallélisme des ontogénies embryonnaire et régénératrice.... 1820

M. A. Brucker. — Sur les pièces buccales des Acariens..... 1821

M. L. Bordas. — Étude des glandes défensives de quelques Coléoptères..... 1824

M. E. Ficheur. — Les plissements de l'Aurès et les formations oligocènes dans le sud de Constantine..... 1826

M. B. Renault. — Les microrganismes des Lignites..... 1828

MM. Alexandre Hébert et G. Truffaut. — Sur l'emploi des engrais en Horticulture..... 1831

M. Potain présente à l'Académie, au nom de M. *Imbert,* deux radiographies du corps humain..... 1834

M. Maurice Lévy communique des photographies en couleurs obtenues par M. *Dugardin*..... 1834

M. G. Perry adresse un Mémoire ayant pour titre : « Notes de Physiologie mathématique »..... 1834

Bulletin bibliographique..... 1834

Errata..... 1836

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars

1898

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXVI.

N° 26 (27 Juin 1898).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1898

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impressions des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours non-mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUIN 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ARITHMÉTIQUE. — *Formules générales donnant des valeurs de* D *pour lesquelles l'équation* $t^2 - Du^2 = -1$ *est résoluble en nombres entiers*. Note de M. DE JONQUIÈRES.

« En 1830, Legendre résumait l'état de la question en ces termes :

» L'équation sera toujours possible lorsque D est un nombre premier » $4k+1$, et en général il faut que tous les diviseurs premiers de D ou de $\frac{1}{2}$D » soient de la forme $4k+1$; mais cette condition n'est pas suffisante.... » (*Théorie des nombres*, I^re^ Partie, § XIII, 3^e^ édition, p. 132). Pendant longtemps les choses en restèrent à ce point.

» En 1864, 1865 et 1866, M. Casimir Richaud a publié dans le *Journal de Liouville* un Mémoire (non achevé) qui a fait faire un pas à la question, et dont l'objet, selon l'expression de l'auteur, est de « formuler, dans une

» série de cas, des conditions rigoureuses que doit remplir le déterminant D » pour que l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ soit possible en nombres entiers ».

» Je cite aussi l'intéressant Mémoire que M. Carl Störmer a publié, en 1897, à Christiania, sous le titre : *Quelques théorèmes sur l'équation de Pell et leurs applications,* qui ont un but spécial.

» Les résultats que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie ont un autre caractère et n'empruntent rien aux travaux de MM. Richaud et Störmer, ni, que je sache, à aucun autre. Ils consistent en des formules algébriques telles que tous les nombres entiers qui y sont compris satisfont à l'équation précitée. A ce titre, et peut-être aussi par le tour nouveau des démonstrations, je les crois de nature à offrir quelque intérêt aux personnes qui cultivent cette branche des Mathématiques.

» Théorème I. — *L'équation* $t^2 - Du^2 = -1$ *est résoluble en nombres entiers, toutes les fois que* D *est le carré d'un nombre impair, augmenté de* 4, *donc si* $D = 4n^2 + 4n + 5$ ($n = 0, 1, 2, 3, \ldots, n, \ldots$).

» *Démonstration.* — Prenons pour *forme* initiale $f_0 = |1,\ 2n+1,\ -4|$, dont le déterminant est $4n^2 + 4n + 5$, et selon le procédé de Gauss, écrivons la suite des réduites, contiguës par leur dernière partie, en y joignant le Tableau des valeurs correspondantes de la quantité qu'il désigne par la lettre h et des coefficients tranformateurs α, β, γ, δ, savoir :

			h.	α.	β.	γ.	δ.
$f_0 =$	$1,$	$2n+1,$ $\quad -4$		1	0	0	1
$\ldots\ldots\ldots,$		$\ldots\ldots,$ $\quad \ldots$	$\ldots$	.	.	.	.
$f_1 = -4,$		$2n-1,$ $\quad 2n+1$	$-n$	0	-1	1	$-n$
$f_2 =$	$2n+1,$	$2,$ $\quad -(2n+1)$	1	-1	-1	$-n$	$-(n+1)$
$f_3 = -(2n+1),$		$2n-1,$ $\quad 4$	-1	-1	2	$-(n+1)$	$2n+1$
$f_4 =$	$4,$	$2n+1,$ $\quad -1$	n	2	$2n+1$	$2n+1$	$2n^2+2n+1$
$f_5 = -1,$		$2n+1,$ $\quad 4$	$-(4n+2)$	$2n+1$	$-(8n^2+8n+4)$	$2n^2+2n+1$	$-(8n^3+12n^2+10n+3)$

» Arrêtons-nous à cette cinquième réduite, qui reproduit *inversement* la forme initiale (c'est-à-dire avec les mêmes termes, disposés dans le même ordre, mais avec un changement de signe dans les deux extrêmes), et remarquons que les réduites suivantes f_6, f_7, f_8, f_9 ne sont autre chose, respectivement, que les *inverses* (par le changement de signes des termes extrêmes), savoir

$$|4, 2n-1, -(2n+1)| \quad -(2n+1), 2, 2n+1|$$
$$|2n+1, 2n-1, -4| \quad -4, 2n+1, 1|,$$

de f_1, f_2, f_3, f_4, de telle sorte que la dixième $f_{10} = |1, 2n+1, -4|$, inverse de f_5, reproduit la forme initiale.

» Il s'ensuit que f_5 est la réduite qui termine la première moitié de la période complète de Gauss, ou, si l'on suit les vues de Lagrange, celle qui, reproduisant la forme initiale avec les signes de ses deux termes extrêmes inversés, termine sa période à lui, telle qu'il l'emploie en y appliquant l'algorithme des fractions continues (moins commode d'ailleurs que l'algorithme dont Gauss fait usage). L'indice 5 est impair; la fraction convergente qui y correspond dans la méthode de Lagrange répond donc à la solution en nombres entiers de l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ (*Théorie des nombres*, 3e édition, § V, p. 55). C'est aussi, comme on va le voir, ce que donne, dans la question présente, le procédé de Gauss, en lui faisant subir une légère extension (1).

» Faisons, comme dans le cas où la période est complète et en prenant positivement les coefficients de α, δ, γ (ainsi, du reste, que Gauss le prescrit alors, *Disq.*, 198), $t_1 = \frac{1}{2}(\alpha_5 + \delta_5)$ et $u_1 = \frac{\gamma_5}{a}$; nous aurons ici, à cause de $a = 1$, puisque m est aussi égal à 1,

$$t_1 = 4n^3 + 6n^2 + 6n + 2, \quad u_1 = 2n^2 + 2n + 1, \quad \text{avec} \quad D = 4n^2 + 4n + 5.$$

» Substituant ces valeurs dans l'équation $t_1^2 - Du_1^2 = -1$, on trouve qu'elle est satisfaite, car $t_1^2 = 16n^6 + 48n^5 + 84n^4 + 88n^3 + 60n^2 + 24n + 4$,

---

(1) On pouvait s'attendre à rencontrer dans les deux méthodes une pareille confirmité de résultats, puisque les réduites de Gauss, contiguës par leur dernière partie, ne font en somme que reproduire les coefficients numériques des *transformées* de Lagrange, à la condition de lire de droite à gauche ces transformées, qui sont contiguës par leur première partie, d'y prendre la moitié du terme moyen, et d'y donner toujours le signe + à ce terme qui y est alternativement positif et négatif (*). Je dois dire toutefois que Gauss ne semble pas s'être occupé particulièrement de la solution de l'équation $t^2 - Du^2 = -1$. Il ne s'explique donc pas sur l'application qu'on y pourrait faire, pour obtenir les valeurs convenables de t et u, du procédé qu'il donne au n° 198 des *Disquisitiones* pour résoudre l'équation $t^2 - Du^2 = +m^2$. Je fais voir ici que les mêmes formules s'y adaptent aussi très bien, toutes les fois que la première moitié de la période complète se termine par une réduite inverse de la forme initiale [donc $(-a, b, c)$ au lieu de $(a, b, -c)$], et que cette moitié se compose d'un nombre impair de termes, mais à la condition qu'on admette, *à l'occasion*, des valeurs fractionnaires de t et u, que les théorèmes de la présente Communication ont d'ailleurs pour but d'éviter, dans les cas généraux qui y sont spécifiés.

(*) C'est au P. Pépin que je dois cette remarque de la quasi-identité des transformées de Lagrange avec les réduites de Gauss dans le cas de D positif; remarque dont il m'a paru qu'on pouvait utilement tirer le parti qu'on va voir et qui constitue « l'extension du procédé de Gauss », dont je parle dans le texte.

et Du^2 donne les mêmes termes fonctions de n, avec $+5$ pour le terme constant, au lieu de 4. t_1 et u_1 sont les moindres valeurs de t et u; les valeurs conjuguées suivantes sont données par la formule ordinaire, bien connue.

» Le théorème est donc démontré d'une façon très simple. Néanmoins, j'en vais donner une seconde démonstration, parce que le procédé que j'y emploierai sera utile pour celle du théorème II.

» *Autre démonstration*. — Prenons cette fois pour forme initiale

$$f_0 = |2, 2n+1, -2|$$

(qui met encore mieux en évidence le fait que D est une somme de deux carrés), et écrivons la suite des formes contiguës, en poussant jusqu'à celle, f_3, par laquelle recommence la deuxième période, composée cette fois de deux réduites seulement; nous aurons

			h.	α.	β.	γ.	δ.
$f_0 =$	2,	$2n+1$, -2		1	0	0	1
.....	.....	...	.....	.	.	.	.
$f_1 =$	-2,	$2n+1$, 2	$-(2n+1)$	0	-1	1	$-(2n+1)$
$f_2 =$	2,	$2n+1$, -2	$2n+1$	-1	$-(2n+1)$	$-(2n+1)$	$-(4n^2+4n+2)$
.....	.....	...	.....	...	.....	.....	.....
$f_3 =$	-2,	$2n+1$, 2	$-(2n+1)$	$-(2n+1)$	$4n^2+4n+2$	$-(4n^2+4n+2)$	$8n^3+12n^2+10n+3$.

» La forme f_1 étant l'*inverse* de l'initiale f_0, et terminant (avec l'indice impair 1) la première demi-période de Gauss, c'est-à-dire la période de Lagrange, ne peut manquer de fournir une solution de l'équation proposée par les valeurs de α_1, δ_1, γ_1 de $a = 2$ et de $m = 1$. On trouve ainsi $t = \frac{2n+1}{2}$, $u = \frac{1}{2}$ qui donnent, en effet, $t^2 - D^2 = -1$; mais ces valeurs de t et u ne sont pas des nombres entiers, ainsi que le requiert l'énoncé. Il faut donc aller jusqu'à f_3, dont l'indice est pareillement impair et qui est la deuxième apparition de l'inverse de f_0. Prenant alors les valeurs de α_3, δ_3, γ_3 données par le Tableau, on trouve

$$t = 4n^3 + 6n^2 + 6n + 2, \qquad u = 2n^2 + 2n + 1;$$

c'est-à-dire les mêmes valeurs que par la première démonstration, et, par suite, la même conclusion.

» Il convient de remarquer qu'ici, où h est constamment égal à $\pm(2n+1)$:

» Les valeurs *numériques* des coefficients transformateurs sont celles

des termes d'une série récurrente ayant pour termes initiaux $x = 0$, $x_1 = 1$, $x_2 = 2n + 1$, et pour échelle de relation $2n + 1, +1$, en sorte que

» 1° $$x_{i+1} = (2n + 1)x_i + x_{i-1};$$

» 2° $$\alpha_{i+1} = \beta_i = \gamma_i = \delta_{i-1};$$

» 3° α_r et δ_r, de même indice quelconque r, sont de même parité, dès que $r > 1$, de sorte que leur demi-somme arithmétique est toujours un nombre entier;

» 4° Les γ_{2r+1}, de rang impair, sont toujours, dès que $r > 0$, divisibles par 2, en sorte que $\frac{\gamma}{a}$ est toujours entier, puisque $a = 2$.

» De ces remarques il s'ensuit que l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ est indéfiniment satisfaite, en prenant simultanément : pour u, la moitié de la valeur d'un terme quelconque de rang impair (sauf x_1) de la série récurrente qui vient d'être définie; pour t, la demi-somme arithmétique des termes de rang pair, dont l'un précède et l'autre suit celui-là dans la même série.

» Théorème II. — *Lorsque* $D = a^2(n^2 + 1)$, *n étant un entier quelconque, l'équation* $t^2 - Du^2 = -1$ *est résoluble en nombres entiers, à la condition qu'on prenne a égal: soit à l'un quelconque* x_{2i+1}, *premier ou non, des termes de rang impair d'une série récurrente ayant* 0, 1 *et* $2n$ *pour termes initiaux, et* $2n, +1$ *pour échelle de relation; soit à l'un des diviseurs de ce terme* x_{2i+1}, *s'il n'est pas premier.*

» La démonstration étant semblable à la deuxième du théorème I, je ne la reproduirai pas. Les valeurs de t et u sont données : pour u par le quotient de la division du terme de rang impair x_{2i+1} qu'on aura choisi, divisé par celui de ses diviseurs qu'on aura pris pour valeur de a; pour t, par la demi-somme des termes de rangs pairs, dont l'un précède et l'autre suit celui-là.

» Comme application, voici deux exemples, dont le premier s'applique, pour n quelconque, au cas où l'on prend $a = \gamma_5 = x_5$.

» Les valeurs successives des six premiers termes de la série récurrente étant

$$x_0 = 0, \quad x_1 = 1, \quad x_2 = 2n, \quad x_3 = 4n^2 + 1,$$
$$x_4 = 2n(4n^2 + 2), \quad x_5 = 16n^4 + 12n^2 + 1, \quad x_6 = 32n^5 + 32n^3 + 6n,$$

et γ_5 étant x_5, on a

$$\alpha_5 = x_4, \quad \delta_5 = x_6.$$

d'où

$$t = \tfrac{1}{2}\left[2n(4n^2+2) + 32n^5 + 32n^3 + 6n\right] = 16n^5 + 20n^3 + 5n,$$

et

$$u = \frac{\gamma_5}{a} = 1,$$

avec

$$D = a^2(n^2+1) = 256n^{10} + 640n^8 + 560n^6 + 200n^4 + 25n^2 + 1,$$

et comme t^2 a précisément pour valeur le second membre de D, privé de son dernier terme 1, il s'ensuit, à cause de $u^2 = 1$, que l'équation

$$t^2 - Du^2 = -1$$

est satisfaite.

» Pour le second exemple, concernant la seconde partie de l'énoncé, nous supposerons que l'on prenne pour a, non plus la valeur même d'un terme de rang impair dans la série, mais l'un des diviseurs de ce terme.

» Il faut évidemment, dans ce cas, quitter le domaine de l'Algèbre pure, donner à n une valeur numérique, telle que 7 par exemple, et choisir (au hasard) parmi les x_{2i+1}, l'un des termes *qui ne sont pas premiers;* la série numérique est, pour $n = 7$:

$$x = 0, \qquad x_1 = 1, \qquad x_2 = 14, \qquad x_3 = 197, \qquad x_4 = 2^2.3^2.7.11,$$
$$x_5 = 5.29.269, \qquad x_6 = 548842, \text{ etc.},$$

soit pris $\gamma_5 = 5.29.269$ et $a = 269$, l'un des diviseurs de x_5, d'où

$$u = \frac{\gamma_5}{a} = 5.29 = 145$$

et $t = \frac{1}{2}(2772 + 548842) = 275807$; le calcul donne

$$t^2 - Du^2 = 76069501249 - 76069501250 = -1, \text{ etc.} \qquad \text{C. Q. F. T.}$$

» *Remarque.* — Si l'on fait $a = 1$ dans l'énoncé du théorème II, on obtient celui-ci, qui ne semble pas avoir été énoncé, sans doute à cause de son évidence, et qui néanmoins me paraît mériter d'être mentionné à côté du théorème I, dont il est, en quelque sorte, le précurseur ou le pendant :

» *Le carré d'un nombre entier quelconque, augmenté de l'unité, étant pris comme valeur de* D, *l'équation* $t^2 - Du^2 = -1$ *est résoluble.*

» Voici enfin un dernier théorème, négatif cette fois :

» THÉORÈME III. — *Lorsque dans la formule* $D = a^2(n^2 + 1)$, *n est un multiple de a, l'équation* $t^2 - Du^2 = -1$ *est impossible.*

» En effet, si $n = ma$ ($m = 1, 2, 3, \ldots, m, \ldots$), les termes de la série récurrente écrits plus haut deviennent

$$x = 0, \qquad x_1 = 1, \qquad x_2 = 2ma, \qquad x_3 = 4m^2a^2 + 1,$$
$$x_4 = 8m^3a^3 + 4ma, \qquad \ldots;$$

on y voit que tous les termes de rang pair sont divisibles par a, tandis que ceux de rang impair, terminés par $+1$, ne le sont pas; donc $\frac{x_{2i+1}}{a}$ n'est jamais entier; l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ n'est donc pas résoluble en nombres entiers, et la seule possible est $t^2 - Du^2 = +1$, qui l'est toujours, comme l'on sait, quelle que soit la valeur de D. »

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle comète Giacobini.* Note de M. **PERROTIN**, présentée par M. Bischoffsheim.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les éléments paraboliques provisoires de la comète découverte à Nice le 18 courant par M. Giacobini, et calculés par ce dernier avec les observations des 19, 21 et 23 juin : les observations du 19 et du 23 sont de M. Javelle, celle du 21 a été faite à Bamberg et nous a été télégraphiée par M. Kreutz, directeur du *Centralstelle für astronomische Telegramme,* à Kiel.

Éléments :

T = 1898 juillet 17, 890 temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 16^\circ 19',1 \\ \Omega &= 278^\circ 21',9 \\ i &= 166^\circ 49',1 \end{aligned}\right\} \ 1898,0$$
$$q = 1,5407$$

» Comme le mouvement apparent du 18 juin le laissait pressentir, l'inclinaison du plan de l'orbite sur celui de l'écliptique est peu considérable. Les éléments montrent en outre que le mouvement réel de la comète est rétrograde.

» L'éclat de cet astre ne varie pas sensiblement. Son noyau, de 11^e gran-

deur environ, a de 6″ à 7″ de diamètre; il est entouré d'une faible nébulosité concentrique qui mesure 30″ tout au plus.

» La nouvelle comète, comme la précédente du même astronome, a été découverte à l'aide de l'équatorial coudé de M. Lœwy.

» M. Giacobini a calculé, avec les éléments ci-dessus, l'éphéméride approchée suivante pour 12^h, temps moyen de Paris :

1898.	ℝ.	𝔇. ℙ.	log. Δ.
	h m	° ′	
Juillet 4.....	16.46,8	108.23	$\bar{1}$,769
» 6.....	16.21,7	106.51	
» 8.....	15.59,8	105.23	$\bar{1}$,817
» 10.....	15.40,9	103.59	
» 12.....	15.24,7	102.41	$\bar{1}$,873
» 14.....	15.10,9	101.31	
» 16.....	14.59,0	100.28	$\bar{1}$,930
» 18.....	14.48,8	99.32	
» 20.....	14.40,0	98.43	$\bar{1}$,985
» 22.....	14.32,8	98. 0	
Juillet 24.....	14.26,0	97.22	0,035

» *Nota*. — Sur notre demande, plusieurs observations de la comète nous ont été transmises obligeamment par MM. Stéphan, Baillaud et Gruey. Nous les aurions utilisées si le brouillard qui nous a empêché de la mesurer le 20 et le 21 avait persisté; elles nous ont permis néanmoins de contrôler celles de Nice, et nous les mettrons à profit dans une détermination ultérieure et plus précise des éléments de l'orbite. »

RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Lecornu, *intitulé : « Sur l'équilibre d'une enveloppe ellipsoïdale soumise à une pression intérieure uniforme ».*

(Commissaires : MM. G. Darboux; Maurice Lévy, rapporteur.)

« Poisson a, le premier, mis en équation le problème de la recherche des tensions qui se produisent dans une surface matérielle supposée parfaitement flexible et inextensible, maintenue en équilibre par des forces extérieures. Prenant, comme variables indépendantes, deux des trois coordonnées cartésiennes d'un point de la surface, il a montré, en appliquant les équations d'équilibre intérieur auxquelles il était parvenu en même temps que Cauchy, que les trois tensions inconnues à déterminer en chaque

point de la surface donnée sont liées, entre elles, d'abord par une équation linéaire qui permet d'éliminer immédiatement l'une d'elles, puis par deux équations à dérivées partielles du premier ordre également linéaires, de sorte que la recherche de toutes les tensions est ramenée à l'intégration de deux pareilles équations, ou, si l'on veut, à l'intégration d'une seule équation linéaire à dérivées partielles du second ordre.

» Les équations de Poisson sont de forme très simple; son Analyse est assez laborieuse. Lamé lui a donné une forme intuitive qui rend le résultat immédiat. Mais il n'en tire aucune conséquence nouvelle.

» La question a été reprise, en 1880, par M. Lecornu dans un Mémoire publié au *Journal de l'École Polytechnique*, puis, un peu plus tard, en 1882, par Beltrami dans les *Mémoires de l'Institut de Bologne*, et enfin, en 1886, bien qu'à un point de vue plus géométrique que mécanique, par Weingarten au *Journal de Crelle*.

» M. Lecornu, dans son Mémoire de 1880, a établi les équations d'équilibre corrélatives de celles de Poisson, mais en rapportant la surface à un réseau de lignes orthogonales tracées sur elle. Il a démontré cette proposition fondamentale dans la matière : *Les équations qui régissent les deux forces élastiques normales et la force élastique tangentielle qui s'exercent sur les éléments des deux courbes coordonnées passant par chaque point d'une surface, dans le cas où elle n'est soumise à aucune force extérieure, sont identiques à celles qui régissent les variations qu'éprouveraient les courbures normales et la torsion géodésique de ces mêmes éléments, par une déformation infiniment petite de la surface.* S'il y a des forces extérieures, les équations restent les mêmes, sauf addition de seconds membres connus.

» M. Lecornu a fait cette autre remarque, conséquence de la précédente et qui ressort bien aussi des équations de Poisson : *que les caractéristiques de l'équation du second ordre à laquelle se ramène le problème sont les lignes asymptotiques de la surface considérée.*

» Le problème de Statique relatif à la recherche des tensions d'une surface en équilibre se trouve ainsi ramené au problème purement géométrique de la déformation infiniment petite de cette surface supposée inextensible, problème que M. Darboux a traité, avec une grande ampleur, dans le 4e Volume de ses *Leçons sur la Théorie des surfaces* et auquel il a rattaché, outre ses propres recherches, remontant à une Communication orale faite en 1873 à la Société Mathématique de France, celles de MM. Moutard et Ribaucour sur les couples de surfaces applicables l'une

sur l'autre que l'on obtient dans l'étude des surfaces à correspondance ponctuelle telle que deux éléments correspondants soient rectangulaires.

» Mais, en Mécanique, il ne suffit pas d'intégrer des équations différentielles, il faut déterminer les arbitraires introduites par l'intégration. Or, cette détermination, en ce qui touche les tensions d'une surface en équilibre, est le plus souvent impossible, faute de données suffisantes, tant qu'on suppose la surface inextensible. Ainsi, les tensions d'une calotte superficielle limitée par un bord fixe sont indéterminées tant qu'on ne suppose pas la surface élastique, c'est-à-dire extensible. Mais que deviennent les fonctions arbitraires entrant dans les équations intégrales, lorsque la surface en équilibre est fermée et que, par suite, il n'y a plus de condition au pourtour à remplir?

» Dans son Mémoire de 1880, M. Lecornu a montré que, pour un ellipsoïde de révolution, les fonctions arbitraires sont entièrement déterminées par la seule condition imposée aux tensions inconnues de rester finies sur toute la surface.

» Le premier et principal objet du Mémoire actuel du même auteur est d'étendre cette proposition au cas plus complexe d'une surface ellipsoïdale quelconque.

» On pourrait être tenté de mettre en doute l'intérêt d'une pareille démonstration pour une surface aussi particulière que l'ellipsoïde et penser que le mode d'équilibre d'une surface fermée quelconque doit être unique.

» Rien n'est moins évident, *a priori*, lorsque la surface est supposée inextensible et même la proposition n'est vraisemblable que pour les surfaces fermées convexes. Pour celles-ci, il semble qu'on puisse, en effet, l'établir en mettant à profit le rapprochement entre l'équilibre et la déformation infiniment petite, établi, comme nous l'avons dit plus haut, par M. Lecornu lui-même. Voici le raisonnement qu'on pourrait tenir :

» Les équations d'équilibre étant linéaires, il suffit, pour établir qu'un seul système de tensions répond à un système de forces extérieures données, de prouver qu'à des forces extérieures nulles ne peuvent correspondre que des tensions elles-mêmes nulles. Or, en l'absence de forces extérieures, les tensions, nous l'avons vu, sont proportionnelles aux variations de courbure résultant d'une déformation infiniment petite de la surface. Si donc on admet comme prouvé qu'une surface fermée convexe est indéformable, la proposition est établie.

» Mais l'indéformabilité d'une surface fermée convexe n'a pas été dé-

montrée par voie directe. On sait, d'après Cauchy, qu'une surface polyédrale convexe, dont les faces sont supposées rigides, est indéformable. On en conclut, par voie de limite, qu'il doit en être de même pour une surface fermée convexe. Mais une démonstration directe de la proposition ne serait pas inutile et offrirait sans doute de grandes difficultés à cause des restrictions que comporte la proposition : il faut que la surface soit convexe, il faut que la déformation se fasse sans plis, sans arêtes vives, sans changements brusques dans les courbures, toutes conditions qui doivent rendre une démonstration analytique fort délicate.

» Profitant toujours, mais en sens inverse, de l'identité entre le problème de Statique et le problème de Géométrie, on pourrait être tenté de recourir à quelque méthode analogue à celle par laquelle Dirichlet établit l'unité de solution des problèmes de l'équilibre de température et de l'équilibre élastique pour les corps à trois dimensions. Mais là il n'y a pas ces restrictions dont nous venons de parler, en sorte que la méthode, qui réussit là, ne réussirait sans doute pas ici.

» Ces considérations montrent que le problème, si particulier soit-il, que s'est proposé M. Lecornu a son intérêt, et la marche qu'il a suivie pour le résoudre en offre elle-même.

» Rapportant l'ellipsoïde à ses lignes de courbure, il n'a eu qu'à faire application de son Mémoire de 1880 pour trouver les équations qui régissent les trois tensions inconnues à déterminer en chaque point. Puis il a fait un changement de variables qui revient à rapporter provisoirement la surface à ses deux systèmes de génératrices rectilignes imaginaires. Il a pu combiner les équations ainsi obtenues de façon à n'avoir dans chacune d'elles qu'une seule inconnue et qu'en outre cette inconnue n'entre dans l'équation que par elle-même et une seule de ses dérivées partielles. Le problème s'est trouvé ainsi ramené à l'intégration d'une équation différentielle ordinaire et linéaire, c'est-à-dire à une quadrature, en remplaçant la constante d'intégration par une fonction arbitraire de celle des variables relativement à laquelle la dérivée de l'inconnue n'intervient pas.

» L'une des équations différentielles étant intégrée, l'autre s'ensuit par échange de lettres et, avec la relation en termes finis qui existe entre les trois tensions, toutes les inconnues sont obtenues à l'aide de deux fonctions arbitraires dépendant chacune d'un argument complexe.

» Cette simplification très grande d'un système d'équations qui, rapporté aux lignes de courbure, se présentait assez compliqué, s'explique si

l'on continue à ne pas perdre de vue l'identité du problème avec celui de la déformation infiniment petite de la surface envisagée. On sait, en effet, que toute surface réglée peut se déformer en restant réglée; la déformation ne dépend alors que d'un paramètre et, par suite, d'une équation différentielle ordinaire. Si la déformation est infiniment petite, cette équation différentielle est linéaire, n'exigeant, par suite, qu'une quadrature. Si l'on applique ce résultat successivement aux deux systèmes de génératrices de l'ellipsoïde et qu'on superpose les deux déformations infinitésimales qui en résultent, on obtient, et c'est là une remarque faite par M. Darboux dans ses *Leçons sur la Théorie des surfaces,* la déformation infinitésimale la plus générale de la surface. C'est l'équivalent de ces équations que M. Lecornu a obtenu par son analyse et c'est ce qui en explique le succès sans en amoindrir la valeur.

» La quadrature à laquelle il est amené est de celles que l'on peut faire; mais elle exige des calculs que M. Lecornu a jugés inabordables par voie directe. Il a appelé à son aide quelques propriétés des transcendantes elliptiques de Jacobi, bien que ces transcendantes doivent disparaître en dernière analyse, pour faire place à des expressions algébriques et réelles par le retour aux coordonnées elliptiques. Il particularise d'abord la fonction arbitraire introduite par la quadrature, de façon que l'expression intégrée reste finie sur toute la surface de l'ellipsoïde. Il s'ensuit que la fonction arbitraire à y ajouter doit elle-même rester finie pour qu'il en soit de même des tensions. Or, la variable imaginaire dont dépend cette fonction peut prendre toutes les valeurs possibles sur la surface de l'ellipsoïde. La fonction arbitraire uniforme et continue par la nature des choses est donc telle qu'elle ne puisse devenir infinie pour aucune valeur de sa variable. Il en résulte qu'elle se réduit à une constante, et comme il y a sur l'ellipsoïde des points pour lesquels cette constante est nulle, il s'ensuit qu'elle est identiquement nulle, et ainsi les expressions obtenues sont complètement déterminées. En revenant aux coordonnées elliptiques, elles prennent une forme algébrique très simple et très symétrique.

» M. Lecornu discute les résultats obtenus; il montre comment varient les tensions sur une ligne de courbure, en particulier sur les sections principales de l'ellipsoïde. Il détermine le réseau orthogonal formé par les lignes isostatiques, c'est-à-dire celles qui ne supportent que des tensions normales appelées par Lamé les *forces principales*. Ces lignes, en raison de leur orthogonalité même, rappellent jusqu'à un certain point

les lignes de courbure. Les points particuliers, pour lesquels les deux tensions principales sont égales, possèdent nécessairement cette propriété que tous les éléments linéaires qui y passent ne supportent que des tensions normales et égales entre elles. Ils rappellent les ombilics et M. Lecornu les appelle les *ombilics mécaniques*.

» A l'aide d'une ingénieuse représentation sur le plan, M. Lecornu se rend compte de l'allure générale des lignes isostatiques et établit quelques rapprochements entre elles et les lignes de courbure.

» En résumé, le travail de M. Lecornu constitue un exercice intéressant par la discussion complète à laquelle il se prête. Il montre, par un exemple précis, le lien étroit, découvert précédemment par l'auteur, qui existe entre le problème de l'équilibre intérieur d'une surface et celui de sa déformation infiniment petite. La Commission a, en conséquence, l'honneur d'en proposer l'insertion au *Recueil des Savants étrangers*, bien qu'il soit à sa connaissance que l'auteur le destine à un autre Recueil. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J.-E. Bachelet** adresse une Note intitulée : « Stoppeur automatique rendant impossible la collision des trains ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **S. Pillsbury** adresse une Note sur « Une méthode de traitement de la tuberculose ».

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. **Bergeaud** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Entomologie intertropicale. Particularités sur les mœurs de quelques insectes ».

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Perrier.)

M. **Willot** adresse un Mémoire « Sur la destruction des Nématodes et de tous les insectes qui se trouvent dans le sol, le phylloxera compris ».

(Commissaires : MM. Chatin, Schlœsing, Dehérain, Perrier et Müntz.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Paul Serret,* décédé à Paris le 24 juin 1898.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage intitulé : « Recueil de données numériques publié par la Société française de Physique. — Optique, par M. *H. Dufet*. Premier fascicule : Longueurs d'onde, indices des gaz et des liquides ». (Présenté par M. Wolf.)

Un Ouvrage de M. *Émile Borel* ayant pour titre : « Leçons sur la théorie des fonctions ». (Présenté par M. Darboux.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Coddington, faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial de* $0^m,188$; par MM. **Ch. Trépied** et **J. Renaux**, présentées par M. Lœwy.

Dates 1898.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.	Obs.
Juin 14..	*a* Cordoba n° 962	$8\frac{1}{2}$	$+0^m.45^s,65$	$+3'.13'',4$	8:8	T
15..	*b* Cordoba n° 981	$8\frac{1}{2}$	$-2.54,08$	$+8.1,0$	8:8	T
15..	»	»	$-2.57,96$	$+7.17,0$	10:10	R
16..	*c* Cordoba n° 449	8	$+1.14,97$	$-11.12,9$	8:8	T
16..	»	»	$+1.11,31$	$-11.52,9$	10:10	R
17..	*d* Cordoba n° 425	$7\frac{1}{2}$	$-1.51,65$	$+0.4,5$	10:10	T
17..	»	»	$-1.57,27$	$-0.54,6$	10:10	R
18..	*e* Cordoba n° 119	$9\frac{1}{2}$	$-1.0,48$	$+4.21,9$	10:10	T
18..	»	»	$-1.4,86$	$+3.39,3$	10:10	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1898.	★	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 14.	*a*	16.15. 2,23	+4,23	−26.59.14,4	−13,2	Zones de Cordoba.
15.	*b*	16.15.18,22	+4,26	−27.41.11,7	−13,2	»
16.	*c*	16. 7.39,99	+4,24	−27.59.29,4	−14,0	»
17.	*d*	16. 7.18,47	+4,27	−28.47.41,2	−14,2	»
18.	*e*	16. 2.52,86	+4,28	−29.29.20,3	−14,8	»

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1898.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	Obs.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Juin 14.	9.57. 6	16.15.52,11	$\bar{1},031_n$	−26.56.14,2	0,895	T
15.	9.32.52	16.12.28,40	$\bar{1},160_n$	−27.33.23,9	0,894	T
15.	9.59.34	16.12.24,52	$\bar{2},923_n$	−27.34. 7,9	0,899	R
16.	9.34.10	16. 8.59,20	$\bar{1},099_n$	−28.10.56,3	0,898	T
16.	9.58.54	16. 8.55,54	$\bar{2},935_n$	−28.11.36,3	0,902	R
17.	9.23.18	16. 5.31,09	$\bar{1},128_n$	−28.47.50,9	0,899	T
17.	9.58.59	16. 5.25,47	$\bar{2},699_n$	−28.48.50,0	0,904	R
18.	9.39.58	16. 1.56,66	$\bar{2},897_n$	−29.25.13,2	0,905	T
18.	10. 8. 8	16. 1.52,28	$\bar{2},084_n$	−29.25.55,8	0,907	R

» Juin 16. — La comète se présente sous la forme d'une nébulosité arrondie de 3′ environ de diamètre avec un noyau central dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de la grandeur 9,5. L'ascension droite et la déclinaison du noyau paraissent un peu plus faibles que celles du centre de la nébulosité.

» Les comparaisons se rapportent au noyau. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète Giacobini.* Note de M. **I. Lagarde**, présentée par M. Lœwy.

« J'ai déduit les éléments qui suivent des observations faites à Paris les 19 et 21 juin par M. Bigourdan et le 23 juin par M. Fayet. Les calculs ont tous été faits avec cinq décimales et les observations ont été, préalablement, corrigées de la parallaxe et de l'aberration, au moyen des données déduites des éléments calculés par M. Kreutz.

Temps du passage au périhélie, 1898, juillet 26, 1523, temps moyen de Paris.

Longitude du périhélie	301°.13'.45"	Écliptique et équinoxe moyens de 1898,0.
Longitude du nœud	278.17.21	
Inclinaison	166.51.17	
Logarithme de la distance du périhélie	0,17536	

Représentation du lieu moyen :

$\cos\beta.d\lambda$ ..... $+3''$

$d\beta$ ..... $-1''$

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Détermination d'une surface par ses deux formes quadratiques fondamentales*. Note de M. **L. Raffy**. (Extrait d'une lettre à M. G. Darboux.)

« Le problème qui consiste à *déterminer une surface, connaissant son élément linéaire* $E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2$ *et la forme quadratique invariante* $\delta\,du^2 + 2\delta'\,du\,dv + \delta''\,dv^2$, qui égalée à zéro définit les lignes asymptotiques, est un de ceux auxquels on se trouve le plus souvent ramené. La remarquable méthode du trièdre mobile, que vous développez au t. I de vos *Leçons*, ne s'appliquant pas immédiatement au cas général où la surface est rapportée à des coordonnées curvilignes *obliques*, vous trouverez peut-être quelque intérêt à la suivante, qui revient à déterminer seulement, mais à la fois, les cosinus directeurs a, b, c de la normale à la surface.

» Des deux relations de Gauss

$$H^2 a'_u = (F\delta' - G\delta)x'_u + (F\delta - E\delta')x'_v,$$
$$H^2 a'_v = (F\delta'' - G\delta')x'_u + (F\delta' - E\delta'')x'_v,$$

on tire aisément les formules que voici

$$\frac{\partial x}{\partial u} = \frac{F\delta' - E\delta''}{\delta\delta'' - \delta'^2}\frac{\partial a}{\partial u} + \frac{E\delta' - F\delta}{\delta\delta'' - \delta'^2}\frac{\partial a}{\partial v},$$
$$\frac{\partial x}{\partial v} = \frac{G\delta' - F\delta''}{\delta\delta'' - \delta'^2}\frac{\partial a}{\partial u} + \frac{F\delta' - G\delta}{\delta\delta'' - \delta'^2}\frac{\partial a}{\partial v},$$

et qui se réduisent à celles d'Olinde Rodrigues pour $F = \delta' = 0$. Elles montrent qu'il suffit de connaître a, b, c pour obtenir x, y, z par l'intégration de trois différentielles exactes.

» Or, connaissant E, F, G, δ, δ', δ'', on connaît par là même l'élément

linéaire $d\sigma^2$ de la représentation sphérique du réseau (u, v), et l'on a

$$a^2 + b^2 + c^2 = 1,$$

$$d\sigma^2 = da^2 + db^2 + dc^2 = E'\,du^2 + 2F'\,du\,dv + G'\,dv^2,$$

relations que l'on peut remplacer par le système équivalent

$$a = \frac{1 - \alpha\beta}{\alpha - \beta}, \qquad b = i\frac{1 + \alpha\beta}{\alpha - \beta}, \qquad c = \frac{\alpha + \beta}{\alpha - \beta},$$

$$4\frac{d\alpha\,d\beta}{(\alpha - \beta)^2} = E'\,du^2 + 2F'\,du\,dv + G'\,dv^2.$$

» Désignant par H'^2 le discriminant $E'G' - F'^2$, nous poserons

$$(1)\qquad \begin{cases} 2\,d\alpha = e^t\,(\alpha - \beta)\left(\sqrt{E'}\,du + \dfrac{F' + iH'}{\sqrt{E'}}\,dv\right), \\ 2\,d\beta = e^{-t}(\alpha - \beta)\left(\sqrt{E'}\,du + \dfrac{F' - iH'}{\sqrt{E'}}\,dv\right). \end{cases}$$

» Les conditions d'intégrabilité de ces deux expressions différentielles reviennent aux deux suivantes :

$$-\frac{2iH'}{\sqrt{E'}}\frac{\partial t}{\partial u} + iH'(e^t + e^{-t}) + 2\frac{\partial\sqrt{E'}}{\partial v} - 2\frac{\partial}{\partial u}\frac{F'}{\sqrt{E'}} = 0,$$

$$2iH'\frac{\partial t}{\partial v} - \frac{iH'}{\sqrt{E'}}\left[(F' + iH')e^t + (F' - iH')e^{-t}\right] - F'\frac{\partial E'}{\partial v} - \frac{\partial G'}{\partial u} = 0.$$

» Ce sont là deux équations de Riccati, relativement à la fonction e^t. Elles s'accordent (en vertu de la condition qui exprime que la courbure totale de $d\sigma^2$ est égale à l'unité) pour définir une fonction e^t dépendant d'une constante arbitraire.

» Une fois ces équations intégrées, l'expression

$$2\frac{du - d\beta}{\alpha - \beta} = e^t\left(\sqrt{E'}\,du + \frac{F' + iH'}{\sqrt{E'}}\,dv\right) - e^{-t}\left(\sqrt{E'}\,du + \frac{F' - iH'}{\sqrt{E'}}\,dv\right)$$

est une différentielle exacte, en vertu des conditions que vérifie e^t. On connaît donc la fonction $\alpha - \beta$, à un facteur constant près. Il suffit de la substituer dans l'une des équations (1) pour déterminer α et β, qui dépendront visiblement de trois constantes. Le rôle de ces arbitraires est bien connu. On sait qu'on peut leur assigner des valeurs déterminées.

» J'ai fait quelques applications de cette méthode, notamment au cas où la sphère est rapportée à une famille de géodésiques et à leurs trajectoires

orthogonales, ainsi qu'au cas où $d\sigma^2$ se présente sous la forme $\lambda(u, v)dudv$. Mais il est plus simple, dans ce dernier cas, de profiter du résultat élégant que vous avez donné au n° 52 de vos *Leçons* et qui revient au fond à ceci : *Étant données deux surfaces à courbures totales constantes et égales,* dont on connaît les lignes de longueur nulle, *on peut obtenir sans aucune intégration les relations finies qui réalisent l'application de ces surfaces l'une sur l'autre.*

» Cette conclusion, implicitement contenue dans votre texte, semble n'avoir pas été assez remarquée. Elle a certainement échappé à l'auteur d'un Travail assez récent (A. Wangerin, *Festschriften der Universität Halle-Wittenberg*, 1894) qui cite un passage du t. III de vos *Leçons* et, estimant que vous n'avez pas traité le problème, en donne une solution qui revient à effectuer les calculs dont on est dispensé par votre méthode. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le principe de correspondance*. Note de M. **H. Burkhardt**, présentée par M. Picard.

« I. Soit donnée, sur une courbe algébrique de genre p, une correspondance (α, β), c'est-à-dire une relation analytique entre deux points x, y de la courbe, telle que, le point $x(y)$ étant donné, il y ait $\beta(\alpha)$ positions possibles pour le point $y(x)$. On appelle *point de coïncidence* un point x qui coïncide avec l'un des points y qui lui correspondent. On sait qu'*en général* on peut définir un nombre entier k, positif, nul ou négatif, de telle manière que le nombre C des points de coïncidence soit égal à $\alpha + \beta + 2kp$; on appelle ce nombre k *la valeur* de la correspondance. Sur des courbes spéciales, il y a des correspondances exceptionnelles qui ne sont pas *à valeur*. En suivant la voie ouverte par M. Hurwitz pour le cas de $\alpha = \beta = 1$ (*Math. Ann.*, t. XLI, p. 406; 1893), on peut démontrer le théorème, valable tant pour les correspondances à valeur que pour les correspondances exceptionnelles :

» *Le nombre des coïncidences d'une correspondance* (α, β) *sur une courbe de genre* p *n'est jamais supérieur à* $(\alpha + \beta)(p + 1)$.

» Car, soit x_0 un point de la surface de Riemann représentant l'équation de la courbe, qui ne soit ni un point de Weierstrass, ni un point de coïncidence de la correspondance donnée. On peut former une fonction de la surface, qui devient infinie de l'ordre $p + 1$ exactement au point x_0 et qui ne devient infinie nulle part ailleurs. Soit z la valeur de cette fonction au point variable x; $z', z'', \ldots, z^{(\beta)}$ ses valeurs aux points $y', y'', \ldots, y^{(\beta)}$ qui

correspondent à x. Le produit

$$(z - z')(z - z'')\dots(z - z^{(\beta)})$$

représente une fonction de x, univoque sur la surface. Il devient infini :

» De l'ordre $\beta(p+1)$ au point $x = x_0$;

» De l'ordre $p+1$ à chacun des α points x qui correspondent à $y = x_0$; nulle part ailleurs.

» Parmi ses zéros, on trouve les C points de coïncidence. Le nombre des zéros d'une fonction algébrique étant égal au nombre de ses infinis, on en conclut :

$$C \leq (\alpha + \beta)(p+1) \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

» La démonstration se trouverait en défaut si la fonction z prenait la même valeur dans deux points correspondants variables; car alors le produit serait identiquement égal à zéro. Mais dans ce cas le point x_0 serait un point de coïncidence, contre l'hypothèse.

» Quand la correspondance est à valeur, on conclut :

$$k \leq \tfrac{1}{2}(\alpha + \beta),$$

c'est-à-dire la valeur positive la plus grande possible est égale et opposée à la valeur négative la plus grande possible.

» En prenant pour x_0 un point de Weierstrass, on peut obtenir des limites plus serrées; mais alors il faut excepter les correspondances pour lesquelles les points de Weierstrass sont des points de coïncidence.

» II. En se plaçant sous un autre point de vue, on peut *définir* le nombre k par l'équation $C = \alpha + \beta + 2kp$, même pour les correspondances exceptionnelles. Alors on peut se demander si ce nombre est toujours un nombre entier. Je ne sais pas si l'on a déjà remarqué qu'il est fractionnaire dans l'exemple suivant : La courbe $z^3 + s^2 - 1 = 0$ admet la correspondance $(1, 1)$ $z' = \varepsilon z$, $s' = s$, ε étant une racine troisième de l'unité. Les points de coïncidence sont :

$$(s = \infty,\ z = \infty); \qquad (s = 1,\ z = 0); \qquad (s = -1,\ z = 0).$$

» On s'assure aisément, soit par des considérations algébriques, soit en introduisant comme variable uniformisante l'intégrale de première espèce

$$u = \int \frac{dz}{s},$$

que chacun de ces trois points ne doit entrer en ligne de compte que pour un seul point de coïncidence. Donc $C = 3$, $k = \frac{1}{2}$. »

PHYSIQUE. — *Sur le mélange des gaz*. Extrait d'une lettre de M. **Van der Waals** à M. H. Becquerel.

« Les *Comptes rendus* du 13 juin renferment une Note de M. Daniel Berthelot, *Sur le mélange des gaz*, au sujet de laquelle je voudrais faire quelques remarques que je vous prie de communiquer à l'Académie.

» M. D. Berthelot admet, pour la compression d'un mélange, une formule analogue à celle d'un gaz simple, et bien de la forme

$$\left(p + \frac{A}{v^2}\right)(v - B) = R_1 T.$$

» C'est précisément la forme que j'ai admise pour un mélange dans ma *Théorie moléculaire d'une substance composée de deux matières différentes* (*Arch. Néerl.*, t. XXIV ; 1891). Quant à la forme de la formule je suis donc d'accord avec lui. Mais, quant à la valeur de A et B, il y a une différence entre les suppositions de M. D. Berthelot et celles que j'ai pu admettre, principalement quant à la valeur de A. J'ai posé

$$A = a_1(1 - x^2) + 2a_{1.2}x(1 - x) + a_2x^2,$$

ce qui, dans la supposition de M. D. Berthelot, devient

$$A = \frac{p^2\alpha_1 + 2pq\,\alpha_{1.2} + q^2\alpha_2}{(p+q)^2}$$

tandis que M. D. Berthelot écrit

$$A = \frac{p^2\alpha_1 + 2pq\sqrt{\alpha_1\alpha_2} + q^2\alpha_2}{(p+q)^2}$$

croyant que par raison de symétrie, il faut conclure

$$\alpha_{1.2} = \sqrt{\alpha_1\alpha_2}.$$

» J'ai toujours cru que quant à la valeur de α_{12} on ne peut rien conclure *a priori* du principe de symétrie; il s'ensuit seulement que le second terme de A doit renfermer les coefficients p et q de la même manière; mais quant à la valeur de $\alpha_{1.2}$ elle pourrait être tout autre que $\sqrt{\alpha_1\alpha_2}$. L'attrac-

tion moléculaire ne dépend pas simplement du poids moléculaire, mais possède quelque chose de spécifique, dont on n'a pas encore trouvé la cause, mais qui pourtant subsiste.

» J'ai pu me convaincre par les propriétés des courbes critiques (courbes de plissement de ma théorie) (1) que deux cas peuvent être distingués

$$\alpha_{1.2} < \sqrt{\alpha_1 \alpha_2} \quad \text{et} \quad \alpha_{1.2} > \sqrt{\alpha_1 \alpha_2}.$$

» Selon mes vues il n'est donc pas possible de calculer la densité d'un mélange en ne connaissant que les propriétés des gaz qui le composent, comme M. D. Berthelot a fait. Il faut en outre connaître la valeur de $\alpha_{1.2}$. Il se peut bien que dans beaucoup de cas la valeur de $\alpha_{1.2}$ s'éloigne peu de $\sqrt{\alpha_1 \alpha_2}$, mais la densité calculée dans cette hypothèse ne peut être regardée que comme approchée. »

PHYSIQUE. — *Sur le mélange des gaz.* Note de M. **Daniel Berthelot.**

« Les observations présentées au sujet de ma Note récente sur le mélange des gaz par M. Van der Waals, et sur le fond desquelles je suis entièrement d'accord avec l'éminent physicien hollandais, dont les travaux ont jeté une si vive lumière sur la théorie des gaz, m'engagent à préciser quelques points, sur lesquels la brièveté de ma rédaction ne m'avait pas permis d'insister.

» Le but de ma Note était surtout d'établir le mode de raisonnement applicable aux cas de ce genre. Si l'on prend deux gaz sous une pression quelconque, et si on les mélange, il paraît difficile de rien prévoir sur les effets du mélange, ces deux gaz n'étant pas dans des états comparables.

» J'ai fait voir que, pour surmonter cette difficulté, il faut supposer qu'on détende les gaz séparés jusqu'à une pression infiniment faible, qu'on les mélange alors, puis qu'on comprime le mélange.

» Mais pour appliquer ce raisonnement à des cas réels, pour déduire par exemple en toute rigueur la densité d'un mélange de celle de ses constituants, il serait nécessaire, comme l'indique M. Van der Waals, de connaître non seulement la loi de compressibilité des gaz séparés, mais encore

---

(1) *Verslag. koninkl. Akademie Amsterdam,* nov. 1897, dont la traduction paraîtra prochainement dans les *Arch. Néerl.*

celle du mélange même (1). Or, nous manquons presque entièrement de données expérimentales sur ce point.

» A défaut d'expériences directes, je me suis demandé dans le cas auquel je me suis expressément borné dans toutes mes Communications, cas très restreint au point de vue physique et analytique, bien que particulièrement important au point de vue chimique, celui d'une pression voisine de la pression atmosphérique, si l'on ne pourrait pas y suppléer par une hypothèse simple, dont on vérifierait ensuite les conséquences. C'est à ce titre que j'ai admis $\alpha_{1.2} = \sqrt{\alpha_1 \alpha_2}$; et de fait, les vérifications numériques se sont trouvées fort satisfaisantes, même pour des gaz comme l'anhydride sulfureux, qui s'écartent notablement de la loi de Mariotte. Ce résultat méritait d'être signalé, l'énoncé classique de Dalton sur le mélange des gaz, aussi bien que l'énoncé dans lequel on substitue les volumes aux pressions, étant également en défaut dans ce cas.

» Si l'on s'éloignait du voisinage de la pression atmosphérique, le mode de raisonnement que j'ai proposé serait encore applicable; mais des expériences nouvelles deviendraient sans doute nécessaires pour fixer les coefficients de la formule de compressibilité du mélange.

» La question de la compressibilité d'un mélange de gaz au voisinage du point critique est en effet un problème beaucoup plus complexe que celui que j'ai abordé; on n'arrivera sans doute à l'élucider qu'en suivant la voie tracée par les belles expériences de MM. Cailletet, Van der Waals et Kuenen, et par les profondes recherches théoriques de M. Van der Waals. »

---

(1) *Cf.* la remarque analogue que je faisais sur le mélange tonnant, $H^2 + O$ (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1031; 1898). On sait d'ailleurs que le mélange préparé par électrolyse ne répond pas en général à la composition exacte $H^2 + O$, mais renferme un excès d'hydrogène, à cause de la formation de produits secondaires (acide persulfurique et eau oxygénée, ou peroxydes alcalins). C'est ainsi que M. Morley, ayant trouvé que la densité par rapport à l'oxygène du mélange résultant de l'électrolyse d'une solution alcaline était égale à 0,37475 (M. Leduc a trouvé 0,37479), a constaté, en analysant les mélanges qu'il avait obtenus, qu'ils renfermaient un excès d'hydrogène lequel représentait de 0,00019 à 0,00042 du volume total du gaz: ce qui entraîne une correction de 0,00057 à 0,00126 pour la valeur du rapport $H^2 : O$ qui exprime la composition en volumes de l'eau (*Zeitschrift für physik. Chemie*, t. XX, p. 430; 1896).

PHYSIQUE. — *Sur le mélange des gaz.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note récente (¹) M. Daniel Berthelot a montré comment on peut retrouver, par un calcul où il utilise les données numériques de nos expériences sur la compressibilité et la densité des gaz, les résultats que nous avons obtenus, M. Sacerdote et moi, dans l'étude du mélange des gaz.

» L'accord du calcul et de l'expérience est particulièrement remarquable en ce qui concerne le mélange $CO^2 + SO^2$. M. Berthelot trouve en effet que ce mélange effectué à 0°, sous la pression atmosphérique, doit donner lieu à une augmentation de volume (ou de pression) de 0,0019, alors que les nombres obtenus par nous sont compris entre 0,0018 et 0,0019.

» L'écart peut être attribué aux erreurs, très petites mais nombreuses, des diverses expériences, aussi bien qu'à l'imperfection de la loi de Van der Waals et du principe sur lequel s'appuie M. D. Berthelot.

» Je dirai même plus : à mon avis la coïncidence est trop parfaite, grâce à ces diverses causes.

» Je crois utile d'insister à ce sujet sur un point que j'ai déjà fait ressortir : *bien que les données critiques des gaz mélangés, que le calcul fait intervenir seules, jouent le rôle principal pour les gaz faciles à liquéfier, il faut tenir compte aussi, en général, de leur atomicité et de leur masse moléculaire.*

» J'ai montré, en effet, que le mélange de l'azote et de l'argon pour former l'azote atmosphérique donne lieu à une augmentation de volume de 0,0001 environ, que l'on ne trouverait pas en appliquant le calcul de M. D. Berthelot.

» D'autre part, il ressort de mes diverses expériences relatives à la composition de l'eau que le mélange $H^2 + O$ a lieu avec une augmentation de volume de 0,00025 environ, tandis que ce même calcul donne seulement 0,00004. »

(¹) *Comptes rendus*, séance du 13 juin 1898.

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique de l'air à pression constante.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« D'après Regnault, la chaleur spécifique C de l'air sous la pression atmosphérique est sensiblement indépendante de la température et égale à 0,2375.

» Ayant à faire usage, dans une prochaine Note, de cette chaleur spécifique, je désire appeler l'attention sur une erreur importante, qui ne paraît pas avoir été signalée jusqu'ici.

» Après avoir constaté (1) que la détente du gaz entre le régulateur de débit et l'atmosphère a lieu pour les trois quarts dans le réchauffeur et pour un quart seulement dans le calorimètre, Regnault recherche directement si la détente dans ce dernier produit une absorption de chaleur sensible.

» A cet effet, il remplace le réchauffeur par un bain d'eau à une température voisine de celle du calorimètre, et opère exactement comme pour déterminer une chaleur spécifique.

» Mais il calcule au contraire, au moyen de celle-ci déjà connue et des divers renseignements accoutumés, la température finale du calorimètre, corrigée du refroidissement, etc.

» Dans un premier essai où 130^{gr} d'air sont débités en six minutes, la température du calorimètre s'élève de 0°,35, tandis que le calcul donne 0°,40. Il y a donc un déficit de 0°,05. Or, dans l'expérience correspondante (c'est-à-dire dans laquelle la même masse d'air est débitée dans le même temps, le réchauffeur étant à 180° environ), la température s'élevait de 8°.

» L'effet de la détente était donc $\frac{1}{160}$ environ de la quantité mesurée.

» Dans un deuxième essai à blanc où 163^{gr} d'air s'écoulent en sept minutes, Regnault constate un déficit de 0°,07 alors que dans l'opération correspondante l'élévation de température est de 11°,2. L'effet de la détente est encore de $\frac{1}{160}$.

» C'est sans doute par inadvertance que Regnault déclare cet effet négligeable puisqu'il écrit ses nombres avec cinq décimales.

» Quoi qu'il en soit, les résultats de Regnault, relatifs à l'air, sont entachés d'une erreur systématique, du fait de la détente, d'environ $\frac{1}{160}$. Son résultat moyen 0,2375 doit donc être porté à 0,239, indépendamment de toute autre considération, et tout porte à croire que ce nombre est approché par défaut.

(1) *Relation des expériences*, t. II, p. 106.

» Notons que c'est justement le nombre trouvé par E. Wiedemann (¹) comme moyenne de résultats partiels compris entre 0,2374 et 0,2414.

» J'aurai l'occasion de revenir sur la chaleur spécifique de l'anhydride carbonique. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiation des manchons à incandescence.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **O. Boudouard.**

« Pour expliquer le rendement lumineux élevé des becs Auer de nombreuses théories ont été proposées, invoquant toutes quelques phénomènes exceptionnels. Nous nous proposons de montrer ici que chacune de ces théories est en contradiction avec l'observation directe des faits et que les lois ordinaires du rayonnement suffisent pour rendre compte du fonctionnement des manchons à incandescence.

» La *luminescence*, c'est-à-dire une sorte de fluorescence par laquelle certaines radiations des corps incandescents seraient transformées en radiations de longueur d'onde différente, sert de base à l'explication la plus souvent donnée de l'éclat considérable des manchons aux terres rares. Cette théorie a été formulée la première fois par MM. Nichols et Snow (²) pour expliquer l'incandescence de l'oxyde de zinc; elle suppose que, pour certaines radiations, le pouvoir émissif du corps est supérieur à l'unité. Ces savants se sont contentés de montrer que le pouvoir émissif de l'oxyde de zinc était supérieur à celui du platine; mais, comme celui-ci n'est que de 0,25, la preuve n'est pas concluante. Nous avons étudié le pouvoir émissif de smanchons Auer en recouvrant la surface d'un couple thermo-électrique d'une pâte de même nature et mesurant le rapport de l'intensité de la radiation superficielle à celle du fond de fissures mettant à nu le platine. Les nombres obtenus ainsi sont erronés par excès à cause du défaut de profondeur des fissures qui ne réalisaient pas rigoureusement une enceinte close à température uniforme.

Température.	Rouge $\lambda = 659$.	Vert $\lambda = 546$.	Bleu $\lambda = 460$.
1200°	0,25	0,40	1
1600°	0,50	0,80	1

(¹) *Philosop. Mag.*, 5ᵉ série, t. II, p. 94, 1876.

(²) *Phil. Mag.*, t. XXXIII, p. 19; 1892.

» Des résultats semblables ont été obtenus en comparant à température égale la radiation des manchons à celle de l'oxyde magnétique de fer qui, au moins dans le rouge et le vert, se comporte comme un corps sensiblement noir.

» Le pouvoir émissif des manchons étant, à toute température et pour toute radiation, inférieur à l'unité, il n'y a pas lieu d'admettre l'existence du phénomène spécial de luminescence. On a seulement affaire à un corps dont le pouvoir émissif est différent d'une radiation simple à une autre et varie inégalement avec la température. C'est le cas de tous les corps colorés sans exception, et il n'y a peut-être pas dans la nature un seul corps qui ne soit plus ou moins coloré.

» Un *pouvoir émissif* exceptionnel a été indiqué par S. John (¹) comme la cause principale du rendement lumineux du manchon. En fait, son pouvoir émissif est inférieur à celui de beaucoup d'autres corps tels que Fe^3O^4, U^2O^3, etc., dont le rendement est au contraire très faible. Ce rendement, d'ailleurs, devrait plutôt varier en raison inverse du pouvoir émissif, comme le montre l'éclat de la chaux et de la magnésie employées pour la lumière oxhydrique. Le faible pouvoir émissif de ces corps les oblige à prendre une température plus élevée pour pouvoir diffuser par rayonnement l'énergie qu'ils reçoivent au contact des gaz chauds, et l'on sait que plus la température est élevée, plus la proportion relative des radiations lumineuses devient grande, au moins dans le cas des corps non colorés.

» Voici quelques résultats obtenus en plaçant au même point de la flamme d'un brûleur Bunsen la soudure d'un couple, aplatie en un disque de $1^{mm},5$ de diamètre et recouverte de différents oxydes. Les intensités sont exprimées en prenant comme unité la radiation correspondante du platine fondant.

Corps.	Température.	Rouge.	Vert.	Bleu.
Platine.....	1290°	$10^{-2} \times 8,5$	$10^{-2} \times 4$	$10^{-2} \times 1,4$
Oxyde de fer.....	1080	1,5	0,48	0,1
Manchon Auer... .	1380	7,0	12,5	12,5
Oxyde de thórium.	1290	1,45	1,4	0,3
Oxyde de cérium..	1110	1,90	0,7	0,15
Oxyde d'urane.....	1070	0,30	0,25	0,05
Oxyde de lanthane.	1250	4	3,1	1,8

(¹) *Wied. Ann.*, t. LVI, p. 433; 1898.

» On voit que le platine, par exemple, dont le pouvoir émissif est le quart de celui du fer, donne cependant dix fois plus de lumière.

» Une *température* extraordinairement élevée du manchon, supérieure à 2000°, serait, d'après M. Bunte (1), la cause principale de son éclat. Cette température résulterait d'une action catalytique des oxydes qui provoquerait la combustion dans les pores mêmes du manchon. Nous avons reconnu qu'en réalité, à une température donnée, l'éclat est le même, que la matière incandescente soit chauffée dans un mélange gazeux en combustion ou dans des fumées chaudes, mais déjà complètement brûlées. Là où les réactions de combustion sont achevées les actions de présence ne peuvent jouer aucun rôle.

» En outre, la température n'est pas exceptionnellement élevée; elle ne diffère pas, aux erreurs expérimentales près, de celles des particules du charbon en suspension dans la flamme ordinaire du gaz, soit en nombres ronds 1650°. Pour déterminer cette température nous avons comparé l'éclat des filaments d'un bec Auer ordinaire, petit modèle, en service depuis plusieurs mois, avec l'éclat d'une matière semblable placée sur la soudure d'un couple.

» L'éclat en fonction de celui du platine a été, pour un filament de la partie moyenne de la région brillante d'un bec Auer :

Rouge.	Vert.	Bleu.
$10^{-2} \times 23$	$10^{-2} \times 42$	$10^{-2} \times 41$

» L'éclat de la même matière placée sur un couple a été :

Température.	Rouge.	Vert.	Bleu.
1100°	$10^{-2} \times$ 0,23	$10^{-2} \times$ 0,17	$10^{-2} \times$ 0,13
1300	1,9	3,1	2
1500	14	28	17
1700	35	78	40

» La température du manchon résultant de la comparaison de ces chiffres varie de 1590° à 1710° suivant la radiation utilisée; cet écart donne une idée du degré d'approximation que comportent de semblables expériences.

» En résumé, la théorie du bec Auer peut être ainsi formulée : le manchon est composé d'une matière dont le pouvoir émissif à la température

(1) *Ber.*, XXXI, 5 (1897).

où il fonctionne est différent pour les différentes radiations, c'est donc, au moins à cette température, ce que l'on appelle un *corps coloré*. Son rendement avantageux résulte de ce que son pouvoir émissif très grand, voisin de l'unité pour les radiations bleue, verte et jaune, est moindre pour le rouge, et sans doute beaucoup plus faible encore dans l'infra-rouge. La proportion d'énergie rayonnée sous forme de radiations visibles est par suite très grande ; cependant la valeur absolue de l'énergie ainsi rayonnée sous forme lumineuse est moindre que celle qui serait émise par un corps noir pris à la même température. Mais un corps noir semblable placé dans les mêmes conditions de chauffage et avec une même étendue de surface rayonnante prendrait seulement une température beaucoup plus basse et n'aurait alors qu'un rendement lumineux très faible. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hydrogène sur le sulfure d'argent et réaction inverse* (1). Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« Le sulfure d'argent peut être réduit par l'hydrogène. Ce fait a été mis en évidence, en 1879, par M. Margottet, qui a montré qu'il suffit de chauffer le sulfure d'argent cristallisé pendant quelques heures, vers 500°, en tube scellé, dans une atmosphère d'hydrogène, pour constater la réduction. L'argent mis en liberté est sous forme de fils très fins, semblables à l'argent filiforme de la nature.

» Inversement, l'hydrogène sulfuré attaque l'argent, comme l'a montré M. Berthelot.

» Le but de cette Note est de rendre compte d'expériences entreprises pour étudier ces deux réactions inverses.

» Des tubes scellés, renfermant de l'hydrogène sulfuré et de l'argent, ou de l'hydrogène et du sulfure d'argent, sont maintenus pendant un temps suffisamment long à une température fixe. Au bout de ce temps, on les refroidit brusquement. L'analyse du mélange gazeux contenu dans les tubes donne la proportion d'hydrogène sulfuré qu'ils renferment à la température de l'expérience :

» 1° Dans un système qui renferme initialement de l'hydrogène et du sulfure d'argent, il se forme, à une température supérieure à 250°, de l'hy-

(1) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Lille (laboratoire de Chimie générale).

drogène sulfuré dont la proportion dans le mélange *croît* d'abord avec le temps, puis demeure *invariable*.

» 2° Dans un tube où l'on a enfermé, au contraire, de l'hydrogène sulfuré et de l'argent métallique, la proportion d'hydrogène sulfuré *diminue*, par suite de la formation de sulfure d'argent et d'hydrogène, jusqu'à *une certaine valeur limite*.

» 3° *Pour une même valeur de la température, supérieure à* 350°, *les deux limites sont identiques*.

» Les deux réactions en question se limitent l'une l'autre, et, dans ces conditions de température, on peut observer une série d'états d'équilibre du système :

Argent, sulfure d'argent, hydrogène, hydrogène sulfuré.

» Désignons par ρ le rapport de la pression partielle de l'hydrogène sulfuré à la pression totale du mélange.

» *La valeur de ce rapport diminue lentement quand la température s'élève*. La courbe représentative des valeurs de ρ en fonction de la température se rapproche de l'axe des abscisses à mesure que la température va en croissant; entre 360° et 700°, cette courbe se confond avec une portion de droite qui passe par les points

$$[\rho = 0{,}21,\ t = 360°], \qquad [\rho = 0{,}16,\ t = 700°].$$

» Ces résultats sont en complet accord avec la loi du déplacement de l'équilibre par les variations de la température si l'on admet que la réaction

$$Ag^2S(\text{cristallisé}) + H^2(\text{gaz}) = H^2S(\text{gaz}) + Ag^2(\text{solide})$$

qui, à 15°, est exothermique, l'est encore à la température de nos expériences.

» 4° Quel que soit le système initial, *l'équilibre est obtenu en un temps d'autant plus long que la température est plus basse*. Tandis qu'à 360° il faut cent soixante heures pour atteindre la composition limite, à 440° il ne faut plus que quarante heures, et à 580° il faut à peine quelques minutes.

» 5° Aux températures supérieures à 580° l'équilibre s'établissant en un temps comparable à la durée du refroidissement des tubes, il faut tourner la difficulté de la manière suivante : Le tube employé sort, en grande partie, du fourneau de manière que l'une de ses extrémités puisse être

tenue à la main (¹). L'équilibre étant établi, on retire brusquement le tube du fourneau, et on le tient verticalement, l'extrémité froide étant en bas. Le morceau d'argent sulfuré tombe alors dans cette portion froide et se refroidit assez brusquement pour que le mélange gazeux n'ait plus d'action sensible sur lui.

» 6° *Pour une valeur déterminée de la température, la valeur limite de* p *est indépendante de l'état physique de l'argent ou du sulfure d'argent.*

» 7° *Cette valeur limite est encore la même si, dans le tube scellé, on met initialement du soufre, de l'argent et de l'hydrogène.*

» 8° Nous avons pu observer que, dans la réaction de l'hydrogène sur le sulfure d'argent, l'argent mis en liberté ne se présente sous forme de fils que si la température est inférieure à 580°.

» Aux températures plus élevées, les morceaux de sulfure d'argent sont recouverts, à la fin de l'expérience, d'une couche presque uniforme d'argent métallique.

» Les plus beaux échantillons d'argent filiforme sont obtenus quand on chauffe le sulfure d'argent cristallisé et l'hydrogène, en tube scellé, à 440°.

» Si l'Académie veut bien nous le permettre, nous donnerons, dans une prochaine Note, les résultats d'expériences entreprises sur l'action de l'hydrogène sulfuré sur l'argent à des températures inférieures à 350°. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation du carbure de lithium* (²).

Note de M. **Guntz.**

« Pour déterminer la chaleur de formation de ce composé, il suffit de mesurer la chaleur dégagée par la dissolution dans l'eau d'un poids connu de carbure de lithium; j'ai trouvé ainsi que, vers 17°,

$$C^2Li^2 \text{ sol.} + n\,H^2O \text{ liq.} = 2\,LiOH \text{ diss.} + C^2H^2 \text{ gaz dégage....} \quad +37^{Cal},10$$

Ce nombre est la moyenne de trois expériences ayant donné

$$+36,65, \quad +37,27, \quad +37,25.$$

(¹) Ce mode opératoire n'a pas d'inconvénient, car nous avons observé que l'expérience conduit aux mêmes résultats si l'on chauffe le tube dans toute son étendue ou seulement dans l'une de ses parties.

(²) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

» Pour éviter la correction due à la solubilité de l'acétylène dans le liquide calorimétrique, la décomposition se faisait dans un appareil en verre plongé dans le calorimètre : $C^2 H^2$ se dégageant librement dans l'atmosphère. On vérifiait chaque fois par titrage la quantité de carbure réel employé. Dans deux expériences on a tenu compte du carbone libre, dans la troisième on avait du carbure pur.

» Cette donnée suffit pour calculer la chaleur de formation du carbure de lithium connaissant la chaleur de dissolution dans l'eau du lithium.

» J'ai ainsi trouvé :

$$C^2 \text{ diamant} + Li^2 \text{ sol.} = C^2 Li^2 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +11^{Cal},3$$

» Ce nombre est considérable; il est beaucoup plus grand que les valeurs correspondantes trouvées pour CaC^2 et NaC^2; il explique la facilité de formation de ce composé dans diverses circonstances.

» Pour préparer $Li^2 C^2$, j'ai chauffé du lithium métallique avec du carbone, mais pour réussir il y a un certain nombre de précautions à prendre. Dans un tube de porcelaine vernissée, on place un deuxième tube en verre peu fusible et, dans ce deuxième tube, on met la nacelle en fer contenant le mélange de carbone et de lithium (en général, poids égaux des deux substances). On ferme alors le tube de porcelaine avec de bons bouchons et l'on fait le vide dans l'appareil que l'on porte ensuite au rouge sombre pendant une demi-heure.

» Si l'on prend comme carbone du charbon de sucre, même fortement calciné, il y a combinaison avec incandescence lorsqu'on opère sur 2^{gr} ou 3^{gr} de lithium par suite de la formation de LiH; l'acétylène préparé avec ce composé renferme toujours des traces d'hydrogène. Le carbure de lithium se produit aussi, mais sans incandescence, lorsqu'on emploie du carbone ayant été chauffé dans l'arc électrique, ou du graphite de fonte. Il se forme également avec le carbone diamant.

» Pour le montrer, j'ai chauffé dans le vide, dans un tube de verre et dans une nacelle en fer, des fragments de diamant taillé; on constate après, en regardant le diamant au microscope, la disparition du poli par suite de la formation de figures d'érosion caractéristiques de l'attaque.

» Dans la préparation du carbure de lithium, il faut employer un double tube, parce que sans cette précaution, les vapeurs de lithium, attaquant le tube de porcelaine, en provoquent presque toujours la rupture : le vide est nécessaire, car au rouge le lithium absorbe tous les gaz sauf l'argon. On ne doit pas chauffer au rouge vif le tube, car, dans le vide, le carbure de li-

thium se dissocie trop rapidement en carbone et lithium; la dissociation commence déjà dans le vide au rouge sombre.

» En opérant ainsi on obtient une masse grise, quelquefois colorée en jaune par un peu de fer, qui est le carbure de lithium cherché. Si l'on chauffe trop longtemps, il est sali par du charbon.

» Je n'ai pu obtenir ce composé par la méthode ayant permis à M. Matignon de préparer le carbure de sodium pur, par suite de la facilité avec laquelle le lithium fondu attaque le verre, ni par le procédé de M. Moissan, ne disposant pas de l'énergie électrique suffisante.

» En chauffant électriquement 1^{gr} à 2^{gr} du mélange de $C^2 + Li^2CO^3$ indiqué par M. Moissan, j'ai volatilisé toujours totalement le carbonate de lithine sans obtenir trace de carbure de lithium, ce qui tient à ce que la température assez élevée pour volatiliser Li^2CO^3 ne l'était pas assez pour le dissocier en ses éléments et donner du lithium libre, condition nécessaire pour obtenir du carbure.

» Le carbure de lithium possède une propriété intéressante : lorsqu'on le chauffe avec du chlorure de lithium fondu, ou le mélange fusible $LiCl + KCl$, il se décompose en donnant $Li^2Cl +$ du charbon. Mais, à haute température, Li^2Cl se dissocie en donnant $LiCl + Li$.

» Le lithium attaque le carbone mis en liberté pour redonner du carbure; il y a donc, aux températures élevées, un équilibre : la réaction est réversible. Elle explique pourquoi on ne peut, pour électrolyser LiCl, employer une tige de charbon comme pôle négatif, car, à la température d'électrolyse, le lithium formé attaque le carbone pour donner du carbure qui, se diffusant dans la masse de chlorure, s'y décompose en donnant du charbon qui, en restant en suspension dans le liquide, empêche tout rendement convenable en lithium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les fonctions organiques pouvant se combiner au sulfate mercurique. Cas des acétones.* Note de M. **G. Denigès.**

« I. Dans de précédentes Communications (1), j'ai montré que le sulfate mercurique pouvait fournir, avec la plus grande facilité, des combinaisons insolubles, bien définies, avec le thiophène et les carbures éthyléniques et qu'on pouvait utiliser ces propriétés soit pour le dosage pondéral

(1) *Comptes rendus,* 18 mars et 18 avril 1895; 18 avril et 1er mai 1898.

ou volumétrique de certaines de ces substances, soit pour la diagnose d'autres fonctions dérivées.

» Étant donné que les produits signalés plus haut comme pouvant se combiner au sulfate de mercure renferment des corps ou des groupements non saturés, $(=S)=$, ou à liaisons multiples, $C=C$, je me suis proposé de préparer des composés mercuriels du même ordre avec des fonctions chimiques agissant comme possédant des valences latentes ou de multiples liaisons.

» J'ai laissé évidemment de côté, dans cette étude, les fonctions organiques qui contractent des combinaisons avec d'autres sels mercuriques que le sulfate; telles sont :

» 1° Les *dérivés azotés* (amines grasses ou aromatiques, amides, alcaloïdes, albuminoïdes);

» 2° Les *dérivés sulfurés acycliques* (mercaptans, sulfures allyliques);

» 3° Les *phénols* (phénol ordinaire, tannins, etc.);

» 4° Les *carbures acétyléniques,* dont des combinaisons mercurielles diverses ont été décrites assez récemment par KUTSCHEROFF.

» Ces combinaisons ont, en effet, été déjà étudiées, au moins en partie, et la plupart d'entre elles sont des dérivés de substitution, et non d'addition, comme celles dont il s'agit dans ce travail.

» Je réunis, dans le Tableau suivant, l'ensemble des principaux corps qui m'ont donné, avec le sulfate de mercure, des composés nettement définis.

Corps à valences latentes.....			*Thiophène et ses dérivés.*
Corps à liaisons multiples	carbonées,	*Carbures éthyléniques* *Carbures benzéniques* *Carbures terpéniques*	*et leurs dérivés.*
	oxygénées et carbonées,	*Aldéhydes.* *Acétones.*	

» Le réactif mercurique que j'ai exclusivement utilisé pour ces recherches est le même que celui dont j'ai déjà donné la formule antérieurement, et qui est préparé en dissolvant 5^{gr} d'oxyde de mercure dans un mélange de 20^{cc} d'acide sulfurique et de 100^{cc} d'eau.

» J'indiquerai succinctement, aujourd'hui, les résultats qu'il m'a donnés avec les acétones de la série grasse.

» II. Lorsqu'on chauffe à l'ébullition, au réfrigérant ascendant, pendant deux à quatre minutes, une acétone grasse avec un *très grand excès* de

réactif mercurique (1cc au plus d'acétone pour 250cc de SO^4Hg), il se forme, soit dans le cours même de l'ébullition (acétone ordinaire, diéthylcétone), soit par le refroidissement (méthyléthylcétone), des composés insolubles ou très peu solubles dans l'eau et répondant à la formule générale

$$(SO^4Hg)^3.3HgO.CO.R'^2 = \begin{matrix} SO^4 \diagup \text{Hg—O—Hg—O} \\ \qquad\quad \text{Hg} \qquad\quad \diagdown \text{C} \\ SO^4 \diagdown \text{Hg—O—Hg—O} \end{matrix} \begin{matrix} \diagup R' \\ \\ \diagdown R' \end{matrix}.$$

La réaction est d'une extrême netteté avec l'acétone ordinaire : de plus, elle est absolument quantitative.

» Avec les acétones de condensation plus élevée, elle est accompagnée de phénomènes secondaires ; les rendements sont plus faibles, et, par suite de l'oxydation d'une partie de l'acétone, du sulfate mercureux prend naissance, se précipite et souille le produit obtenu. Le fait est d'autant plus apparent qu'on s'adresse à une acétone plus riche en carbone ; il se manifeste, en outre, par une coloration jaune du précipité qui, peu marquée pour la méthyléthylcétone, s'accentue rapidement pour des homologues supérieurs.

» La combinaison obtenue avec la diméthylcétone est, au contraire, parfaitement blanche, cristalline, entièrement soluble dans ClH et ne renferme pas de mercure au minimum.

» Cette dernière a fourni à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $(SO^4Hg)^2.3HgO.C^3H^6O$.
SO^4H^2 pour 100	15,15	15,10
Hg »	76,72	77,04
C »	2,96	2,77
H »	0,54	0,46

Lorsque, dans la préparation de ce produit, on emploie un excès d'acétone, on diminue considérablement le rendement, au point même d'empêcher la combinaison de se former.

» Ces divers composés cétoniques, mis en suspension dans l'eau et traités par un courant d'hydrogène sulfuré, régénèrent l'acétone qui leur a donné naissance. Des combinaisons analogues s'obtiennent avec d'autres corps à fonction cétonique, tels que l'acétylacétone, l'acide pyruvique, l'acide diacétone carbonique, etc. Je les étudierai ultérieurement.

» Dans un prochain travail, je montrerai les applications qu'on peut

faire de ces résultats à la recherche qualitative et au dosage de l'acétone ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode général de préparation des éthers carboniques mixtes de la série grasse et de la série aromatique*. Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Albert Morel**, présentée par M. Friedel.

« En faisant réagir le chlorocarbonate d'éthyle sur les phénols sodés ou potassés, MM. Fatianow (1), Richter (2), Bender (3) ont obtenu des éthers carboniques mixtes d'éthyle et de divers phénols.

» Nous sommes parvenus par une voie différente et plus pratique à produire ces carbonates mixtes, et *cela en chauffant au sein des divers alcools les carbonates neutres phénoliques en présence de certaines bases organiques.*

» Le carbonate de phényle, en particulier, $CO\begin{cases}OC^6H^5\\OC^6H^5\end{cases}$, chauffé avec de l'urée au sein des divers alcools homologues de la série grasse, donne des carbonates mixtes de phényle et de ces alcools divers. Nous avons pu ainsi obtenir avec de bons rendements les éthers carboniques phényliques mixtes des alcools méthylique, éthylique, propylique, propylique secondaire, isobutylique, isoamylique, et même le carbonate de phényle-allyle.

» Sauf le carbonate de phényl-éthyle, les autres éthers étaient encore inconnus.

» Quelques-uns de ces éthers sont obtenus très purs et donnent de bons chiffres à l'analyse. Quelques autres, et cela à mesure que l'on s'élève dans la série des alcools, sont plus difficiles à purifier par suite de la formation d'allophanates et d'uréthanes passant à la distillation même dans le vide.

» D'autres bases agissent dans le même sens que l'urée sans donner naissance à ces impuretés gênantes. C'est ainsi que l'aniline, le sulfanilate de soude, la diméthylaniline, la pyridine, la quinoléine, la diméthylpipérazine, chauffés avec du carbonate de phényle à l'ébullition pendant quelques heures, au sein d'un grand excès d'alcool éthylique, donnent du carbonate d'éthyle et de phényle.

---

(1) *Jahresb.*, p. 477; 1864.
(2) *Journ. f. prakt. Chem.*, 2e série, t. XXVII, p. 503 et 511.
(3) *Deutsch. chem. Gesellsch.*, p. 696; 1880.

» En recourant aux autres carbonates de phénol, carbonates de gaïacol, de thymol, de crésol, etc., au sein des divers alcools, on obtient les carbonates mixtes corespondants.

» L'intervention des bases est nécessaire. Les carbonates phénoliques chauffés seuls au sein des alcools restent inaltérés. Le carbonate de phényle, chauffé pendant plusieurs jours, au sein de l'alcool à 93°, à l'ébullition, donne cependant un peu de carbonate mixte; mais la réaction est très lente. Les bases activent la réaction et même la déterminent pour les nombreux carbonates phénoliques que nous avons expérimentés.

» Sans nul doute les bases agissent en formant des alcoolates qui font la double décomposition suivant l'équation

$$CO\begin{cases}OC^6H^5\\OC^6H^5\end{cases} + \underbrace{C^2H^3.OH, C^5H^5Az}_{\text{Alcoolate de pyridine.}} = CO\begin{cases}OC^2H^5\\OC^6H^5\end{cases} + \underbrace{C^6H^5OH, C^5H^5Az}_{\text{Phénate de pyridine.}}.$$

» L'affinité de la base pour le phénol hâte la décomposition.

» De plus, le caractère acide-alcool de l'acide carbonique n'est pas étranger à cette formation de carbonate mixte, la décomposition s'effectuant préférablement sur le groupe acide de l'acide carbonique. Le groupe alcool de l'acide carbonique, éthérifié avec le phénol, est, suivant la règle générale, moins saponifiable et beaucoup plus stable.

» Comme nouvelle preuve du mécanisme que nous invoquons pour expliquer la formation de ces éthers carboniques mixtes, nous signalerons l'action tout à fait caractéristique des alcoolates sodés.

» La réaction a lieu rapidement et, dans la plupart des cas, à froid.

» En ajoutant une molécule d'éthylate de sodium dissous dans un excès d'alcool absolu à une molécule de carbonate de phényle dissous dans un mélange d'alcool et d'éther, on obtient 60 pour 100 de carbonate mixte. Il faut avoir soin de modérer la réaction en refroidissant, sans quoi on produirait du carbonate double d'éthyle. La réaction s'opère suivant l'équation très générale

$$CO\begin{cases}OC^6H^5\\OC^6H^5\end{cases} + C^2H^5.ONa = CO\begin{cases}OC^2H^5\\OC^6H^5\end{cases} + C^6H^5.ONa.$$

» Il suffit de fixer les conditions réactionnelles pour chaque cas particulier.

» De nombreux éthers carboniques mixtes de divers phénols et alcools

ont été ainsi préparés et seront bientôt décrits. Parfois, cependant, on obtient du carbonate double alcoolique.

» En résumé, la méthode générale la plus facile et la plus féconde pour préparer les éthers carboniques mixtes de la série grasse et de la série aromatique consiste *à faire réagir sur les carbonates des phénols les dérivés alcooliques sodés ou potassés, ou plus favorablement, dans certains cas, des solutions alcooliques de bases organiques.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés nitrés résultant de l'action de l'acide nitrique sur l'ouabaïne.* Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« L'acide nitrique concentré oxyde complètement l'ouabaïne à froid ou à chaud avec formation d'acide oxalique et dégagement de gaz acide carbonique, tandis qu'il se produit une notable proportion de dérivés nitrés amorphes, insolubles.

» L'acide nitrique, étendu de son volume d'eau (densité 1,2), agit différemment : il ne se produit pas d'acide oxalique, et l'oxydation de l'ouabaïne n'est que partielle ; elle est accompagnée d'une action hydrolytique et de la formation de dérivés nitrés insolubles, en partie cristallisables, et qui peuvent être, par conséquent, isolés et purifiés.

» L'un d'eux, celui qui se produit le plus abondamment, est obtenu en faisant réagir l'acide nitrique sur l'ouabaïne vers 50°-60°.

» On dissout, à froid, 100^{gr} d'ouabaïne hydratée dans 300^{cc} d'acide nitrique de densité 1,2 et l'on chauffe ensuite doucement jusqu'à 40° environ afin d'amorcer la réaction ; dès que celle-ci est déclarée, la température monte spontanément à 70°-75°, tandis qu'il se dégage d'abondantes vapeurs nitreuses et une notable quantité de gaz carbonique. Si la température s'élève au-dessus de 75°, il faut refroidir légèrement afin de ne pas la dépasser sensiblement. Après quelques heures, l'oxydation semble terminée et il s'est formé un dépôt abondant de dérivés nitrés insolubles, agglomérés en gouttelettes fondues d'un jaune vif. Après un repos de quelques jours, on recueille le dépôt à la trompe et, après lavage avec de l'eau froide, on le sèche à basse température ; le poids est d'environ 19^{gr} à 20^{gr}. En traitant ce produit par une petite quantité d'acétone bouillante, on obtient une masse cristalline, qui, essorée et séchée, donne un poids d'à peu près 9^{gr} à 10^{gr} d'un dérivé nitré, cristallisé en belles aiguilles. L'eau-mère acétone contient en dissolution une quantité à peu près égale d'un corps nitré coloré en rouge et très soluble dans les dissolvants neutres usuels.

» Le dérivé nitré ainsi obtenu est constitué par des aiguilles soyeuses, jaunâtres et anhydres. Il se dissout à peine dans l'eau, qu'il colore en jaune

pâle; il est peu soluble, même à chaud, dans l'alcool ordinaire et dans l'alcool méthylique; il se dissout bien dans l'acétone bouillante et beaucoup moins dans ce dissolvant froid; il est très soluble dans les solutions alcalines froides, qu'il colore en un rouge orangé intense.

» Il fond en se décomposant vers 300° et est entraînable par la vapeur d'eau.

» L'analyse du corps conduit à la formule $C^{23}H^{24}Az^2O^{10}$.

	Trouvé.			Calculé pour $C^{23}H^{24}Az^2O^{10}$.
Carbone.....	56,46	56,48	56,59	56,55
Hydrogène.....	5,07	5,09	5,03	4,92
Azote.....	5,89	5,85	5,98	5,74
Oxygène.....	»	»	»	32,79
				100,00

» Ce dérivé se comporte comme un acide et forme des sels cristallisés. Les sels de sodium et de potassium sont très solubles dans l'eau; ces solutions sont rouge orangé intense. Le sel ammoniacal est moins soluble et peut s'obtenir facilement en fines aiguilles jaunes d'or. Le sel de calcium se prépare en faisant bouillir pendant quelques instants le dérivé nitré avec un excès de CO^3Ca en suspension dans l'eau; en filtrant la dissolution, le sel se dépose en aiguilles rouge orangé, peu solubles.

» Ce sel, séché dans le vide sec, contient :

	Trouvé.	Calculé pour $2H^2O$.
Eau.....	3,54	3,43

» Séché à 125° :

	Trouvé.	Calculé pour $(C^{23}H^{23}Az^2O^{10})^2Ca$.
Calcium.....	3,947	3,94

» L'analyse du dérivé nitré et de son sel de calcium conduit à admettre la formule $C^{23}H^{24}(AzO^2)^2O^6$, sans qu'on puisse préjuger si ce corps est un phénol dinitré ou un acide.

» Le second dérivé nitré cristallisé s'obtient à froid seulement, en traitant l'ouabaïne par deux ou trois fois son poids d'acide nitrique, de densité 1,2. La réaction est longue à s'établir, car il ne faut pas dépasser la température de 15°. Elle dure plusieurs jours, avec dégagement de vapeurs nitreuses et de gaz carbonique; finalement, on

obtient environ 1 pour 100 de cristaux transparents mélangés avec cinq ou six fois leur poids du dérivé dinitré, étudié ci-dessus.

» La purification de ce corps est difficile, car il est presque insoluble dans tous les dissolvants neutres usuels; seuls, les alcalis dilués le dissolvent bien en prenant une coloration orangée intense; les acides précipitent le dérivé nitré sans altération.

» Ce corps fond vers 280° en se décomposant et donne des sels colorés.

» Le sel ammoniacal est particulièrement insoluble dans l'eau; on l'obtient en dissolvant le dérivé nitré dans la soude étendue et en ajoutant à cette solution un léger excès de AzH^4Cl : le sel ammoniacal se précipite en petits cristaux anhydres jaunes, presque insolubles, s'il n'y a pas d'excès d'alcali libre en quantité appréciable.

» L'analyse conduit à la formule $C^{23}H^{24}AzH^4AzO^8$.

	Trouvé.	Calculé pour $C^{23}H^{24}AzH^4AzO^8$.
Carbone	59,66	60,00
Hydrogène	6,49	6,09
Azote	»	6,09
Oxygène	»	27,82
		100,00

» L'analyse du dérivé nitré a donné, d'autre part, les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{23}H^{25}AzO^8$.
Carbone	62,60	62,32
Hydrogène	6,05	5,64
Azote	3,24	3,16
Oxygène	»	28,88
		100,00

» Ce corps est donc le dérivé mononitré $C^{23}H^{25}(AzO^2)O^6$ correspondant au dérivé dinitré précédent et la formation de ces deux corps se fait évidemment aux dépens du principal produit de dédoublement hydrolytique de l'ouabaïne que je rappelle ici :

$$\underbrace{C^{30}H^{46}O^{12}}_{\text{ouabaïne.}} + H^2O = \underbrace{C^6H^{12}O^5}_{\text{rhamnose.}} + C^{24}H^{36}O^8.$$

» Mais le corps $C^{24}H^{36}O^8$, sous l'influence des acides étendus bouillants,

se déshydrate au fur et à mesure de sa production, en donnant un anhydride résineux $C^{24}H^{28}O^4$.

» Dans le cas de l'acide nitrique, au lieu de se déshydrater, le composé de dédoublement primitif et à l'état naissant s'oxyde et se nitre en même temps en donnant un dérivé mononitré et un dérivé dinitré, avec perte d'un atome de carbone éliminé à l'état d'acide carbonique.

» D'autre part, le liquide acide, duquel on a séparé les corps nitrés insolubles, contient encore, notamment, des produits d'oxdyation et des dérivés nitrés solubles en forte proportion, de l'acide cyanhydrique et des substances qui réduisent la liqueur de Fehling, même à froid.

» Je me réserve, du reste, de continuer incessamment l'étude de ces dérivés qui présentent un certain intérêt pour la connaissance de la constitution moléculaire du noyau toxique de l'ouabaïne. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides des essences de Géranium.* Note de MM. **Flatau** et **Labbé**, présentée par M. Friedel.

« Il n'existe qu'une Communication de MM. Barbier et Bouveault (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 281) et un travail du laboratoire de MM. Schimmel sur la recherche des acides existant, à l'état libre ou combinés aux alcools, dans les diverses essences de Géranium.

» Les odeurs différentes de ces essences provenant certainement, à notre avis, des éthers qu'on y rencontre, nous avons pensé qu'il serait intéressant de reprendre cette étude et de préciser la nature de ces acides.

» I. *Essence de Géranium d'Inde.* — 500^{gr} ont été saponifiés par une quantité convenable de potasse alcoolique à 5 pour 100 pendant une heure au réfrigérant ascendant. La majeure partie de l'alcool a été distillée dans le vide. On a repris par l'eau et lavé à l'éther cette solution aqueuse : en la décomposant par l'acide sulfurique étendu, on voit se former une couche surnageante huileuse. Cette couche, reprise par l'éther et séchée, a été distillée dans le vide. Après plusieurs fractionnements, on a séparé nettement deux portions :

» *a*. Bouillant à 125°-128° sous 32^{mm};

» *b*. Bouillant à 195°-200° sous 32^{mm}.

» La portion *a* présentant une odeur qui rappelle celle du géraniol, nous avons préparé son éther phtalique cristallisé (1) qui nous a donné le point de fusion + 47°. Cette portion est donc constituée par du géraniol pur.

(1) Flatau et Labbé, *Bulletin de la Soc. chim.*, 3e série, t. XX, n° 13.

» La portion *b*, ainsi séparée du géraniol, cristallise tout de suite, sous la forme d'une masse blanche. Cette masse, dissoute dans l'ammoniaque, est traitée par le chlorure de baryum; il se précipite un sel qui, décomposé par SO^4H^2 étendu, nous a fourni l'acide pur dont le point de fusion est 28°, 2.

» Nous avons constaté que le géraniol est extrêmement soluble dans cet acide et même dans les solutions de ses sels, ce qui explique la fraction importante de géraniol dont il était souillé et dont nous n'avons pu le séparer que par plusieurs fractionnements.

» Dans leur *Berichte* (octobre 1894), MM. Schimmel ont affirmé, comme résultat de leurs recherches sur 100^{kg} de cette essence, la présence de parties égales d'acide acétique et d'acide caproïque : comme ce dernier acide est huileux, on peut penser que la substance que MM. Schimmel ont eue en main était précisément ce mélange de géraniol et d'acide élevé, que nous avons séparés.

» Afin d'établir sa formule, nous avons analysé divers sels de cet acide :

» 1° *Sel d'argent.* — Obtenu, du sel ammoniacal, par précipitation avec AzO^3Ag, sous la forme d'un précipité très volumineux blanc jaunâtre, insoluble dans l'eau, même à chaud. Séché dans le vide à poids constant, il donne à l'analyse les résultats suivants:

	Calculé pour $C^{14}H^{27}O^2Ag$.	Trouvé.
Ag pour 100.....	32,15	32,09

» Ce sel d'argent, assez stable, fond à 191°-192° en se décomposant.

» 2° *Sel de baryum.* — Obtenu, du sel ammoniacal, par précipitation avec $BaCl^2$; il constitue une poudre blanche ne présentant pas de point de fusion. Séché à 100°, à poids constant, il donne les chiffres suivants :

	Calculé pour $(C^{14}H^{27}O^2)^2Ba$.	Trouvé.
Ba pour 100.....	23,18	22,72

» 3° *Sel de calcium.* — Obtenu par le même procédé; il constitue une poudre blanche qui, séchée à +100°, donne :

	Calculé pour $(C^{14}H^{27}O^2)^2Ca$.	Trouvé.
Ca pour 100.....	8,08	7,66

» 4° *Sel de cuivre.* — Obtenu par le même procédé; c'est une poudre vert bleu clair, fondant à 74°-75°. Séchée à 100°, elle perd de l'eau de cristallisation en prenant une teinte vert bleu foncé, qui devient violette si l'on continue à chauffer.

» Elle donne à l'analyse les résultats suivants :

» 1° *Dosage de l'eau de cristallisation.*

	Calculé pour $(C^{14}H^{27}O^2)^2Cu + H^2O$.	Trouvé.
H^2O pour 100.....	3,3	3,5
		2,2

» 2° *Dosage du cuivre.*

		Calculé pour $(C^{14}H^{27}O^2)^2Cu + H^2O$.	Trouvé.
Cu pour 100.....	1° sel séché dans le vide	11,8	11,6

		Calculé pour $(C^{14}H^{27}O^2)^2Cu$.	Trouvé.
Cu pour 100.....	2° séché à 100°	12,21	12,15

» Ce sel cristallise donc avec 1 molécule d'eau.

» Toutes ces analyses concordent exactement avec la formule $C^{14}H^{28}O^2$. Nous avons du reste constaté que cet acide est saturé. Et comme le point de fusion de l'acide myristique est 53,8, on en peut conclure que l'on a affaire à un isomère. Nous avons du reste entrepris la recherche de sa constitution.

» Dans la solution aqueuse d'où l'on précipite cet acide, nous avons encore reconnu la présence d'acide acétique et de petites quantités d'acide butyrique.

» II. *Essence de Géranium Bourbon.* — L'essence précédente ne contient pas d'acides à l'état de liberté.

» L'essence Bourbon, contrairement aux indications données jusqu'ici, nous a fourni une réaction acide très manifeste. Traitée par du carbonate de soude, elle lui abandonne, d'ailleurs, une petite quantité d'un acide huileux, à odeur forte assez agréable, tout à fait insoluble dans l'eau.

» Par saponification ultérieure avec la potasse alcoolique et décomposition par un acide étendu, nous avons constaté la présence du même acide, combiné à l'état d'éther. La quantité totale est d'environ 0,5 à 1 pour 100 dont la moitié, à peu près, se trouve à l'état libre.

» De la solution ammoniacale de cet acide nous avons obtenu, par AzO^3Ag, son sel d'argent, sous la forme d'une poudre gris jaunâtre, qui fond à 158° en se décomposant.

» L'analyse du sel séché dans le vide nous a fourni les chiffres suivants :

	Calculé pour $C^{10}H^{17}O^2Ag$.	Trouvé.
Ag pour 100.....	38,9	39,2

» Le produit bromé, obtenu de cet acide, constitue une huile incristallisable.

» La solution ammoniacale de l'acide ne précipite pas par adjonction de $BaCl^2$, même après une ébullition prolongée.

» Quant aux acides moins élevés, combinés dans cette essence, ils sont constitués par de l'acide acétique et une petite quantité d'acide valérique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la cyanamide sur le chloranile en présence de la potasse*. Note de M. **H. Imbert**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie (¹), j'ai indiqué que l'action de la cyanamide sur le bromanile en présence de la potasse donnait un produit cristallisé vert de la formule

$$C\,Az^2 = C^6\,Br^2\,(OK)^2 = Az^2\,C,\,2\,H^2\,O.$$

On peut obtenir une combinaison analogue avec le chloranile. Pour cela on prend $24^{gr},6$ (1 molécule) de chloranile finement pulvérisé, qu'on met en suspension dans 150^{cc} à 200^{cc} d'eau, tenant en dissolution $8^{gr},4$ (2 molécules) de cyanamide. L'addition par petits fragments de $22^{gr},4$ (4 molécules) de potasse caustique au liquide en ébullition fait apparaître une belle coloration verte à reflets jaunes comme avec le bromanile. La solution, filtrée et abandonnée au refroidissement, se prend en une masse cristalline qui, essorée et desséchée, se présente comme un feutrage d'aiguilles déliées de couleur vert brun à reflets mordorés. Une seconde cristallisation dans l'eau bouillante permet d'obtenir le corps suffisamment pur pour l'analyse. Les cristaux, examinés au microscope, paraissent, les uns verts, les autres brun jaunâtre. Séchés à 105°, ils perdent, d'après l'expérience, 9,5 pour 100 d'eau.

» Dans cet état de dessiccation, ils ont donné à l'analyse

C.....	29,02	Cl.....	21,20	Az.....	17,50	K.....	23,20

» La teneur théorique en C, Cl, Az, K pour la formule

$$C\,Az^2 = C^6\,Cl^2\,(OK)^2 = Az^2\,C,$$

correspondant au dérivé du bromanile, serait

C.....	28,80	Cl.....	21,32	Az.....	16,81	K.....	23,42

» Ce produit cristallisé avec $2\,H^2\,O$ contiendrait 9.73 pour 100 d'eau de

(¹) *Comptes rendus*, séance du 14 février 1898.

cristallisation. Or j'ai indiqué précédemment qu'il perd, à 105°, 9,59 pour 100 sans s'altérer.

» La solution aqueuse traitée par le nitrate d'argent donne un précipité brun qui, lavé à l'eau et séché, contient, d'après l'expérience, 45,47 pour 100 d'argent, alors que le dérivé diargentique $CAz^2 = C^6Cl^2(OAg)^2 = Az^2C$ contiendrait théoriquement 45,86 pour 100 de ce métal.

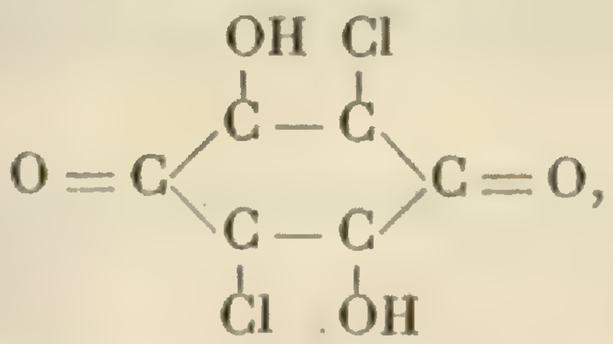
» Dissous dans l'eau, le dérivé potassique, porté à l'ébullition et traité par un excès de potasse, vire au rouge en donnant un abondant dégagement d'ammoniaque. Le liquide provenant de cette opération fait effervescence sous l'influence des acides et, concentré, abandonne des cristaux rouge foncé. Ceux-ci sont décomposés par l'acide chlorhydrique et donnent un précipité soluble dans l'alcool d'où il se dépose par évaporation spontanée en aiguilles orangées peu solubles dans l'eau, mais communiquant à ce véhicule une belle coloration rouge vineux. Ils constituent l'acide chloranilique

$$O = C^6Cl^2(OH)^2 = O.$$

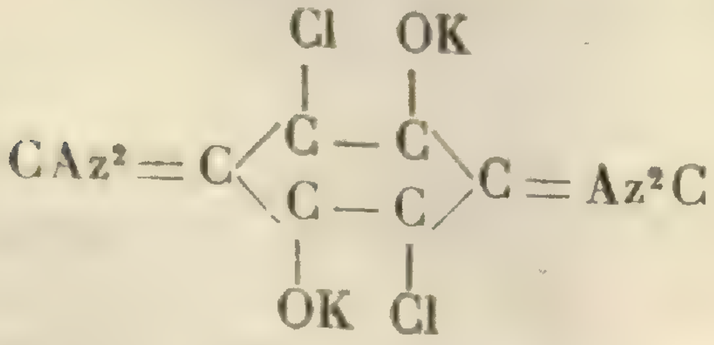
» L'action de l'alcali sur le dérivé potassique de la cyanamide et de la tétrachloroquinone forme donc du chloranilate de potassium

$$O = C^6Cl^2(OK)^2 = O.$$

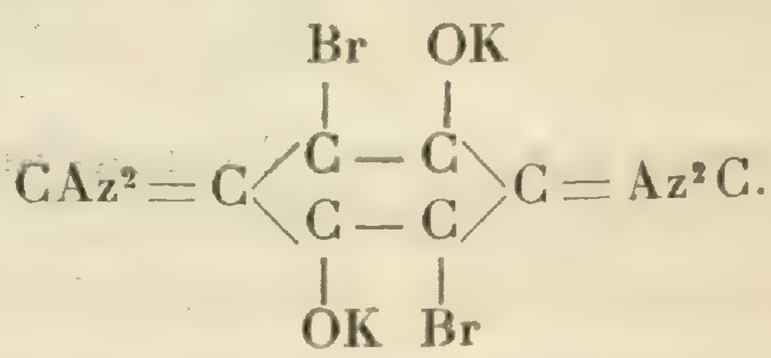
» Il en résulte que ce dérivé ne peut différer du sel précédent que par la substitution de deux fois le radical $(Az^2C)''$ aux deux atomes d'oxygène quinoniques. Si l'on admet avec Kehrmann (¹) que la constitution de l'acide chloranilique est représentée par le schéma



on sera amené à attribuer aux dérivés que j'ai obtenus les formules :



et



(¹) Kehrmann, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. IV, p. 69, et *Jour. f. prakt. Chem.*, 2e série, t. XLIX, p. 365-375.

» En faisant agir un acide sur le dérivé potassique du chloranile en dissolution dans l'eau, on obtient un liquide bleu d'abord, puis violet, se décolorant sous l'influence de l'anhydride sulfureux. Je ne suis point encore arrivé à isoler dans un état de pureté convenable le corps

$$C\,Az^2 = C^6\,Cl^2(OH)^2 = Az^2\,C,$$

agent de la coloration violette. Il se présente sous la forme de petits cristaux bleu noirâtre, mais toujours mélangés de cristaux rhombiques rouges. Ceux-ci se produisent pour les raisons que je vais indiquer.

» Dans certaines conditions encore mal définies, l'addition d'acide chlorhydrique concentré donne, avec le dérivé potassique, un abondant précipité avec dégagement gazeux. Ce précipité, bien lavé à l'eau distillée, séché et épuisé par l'éther acétique, se dissout en partie en colorant en rouge le dissolvant. Il reste un produit brun verdâtre, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, le benzène et la ligroïne. La solution éthéro-acétique évaporée donne un résidu brun très peu soluble dans l'eau qui, séché à 105°, m'a donné

C..... 35,75 H..... 1,2 Az..... 12,56 Cl.... 29,91 pour 100.

» Si l'on admet que l'un des radicaux de la cyanamide, dans la formule $C\,Az^2 = C^6\,Cl^2(OH)^2 = Az^2\,C$, a été remplacé par un atome d'oxygène quinonique, on aura $C\,Az^2 = C^6\,Cl^2(OH)^2 = O$, qui exigerait théoriquement

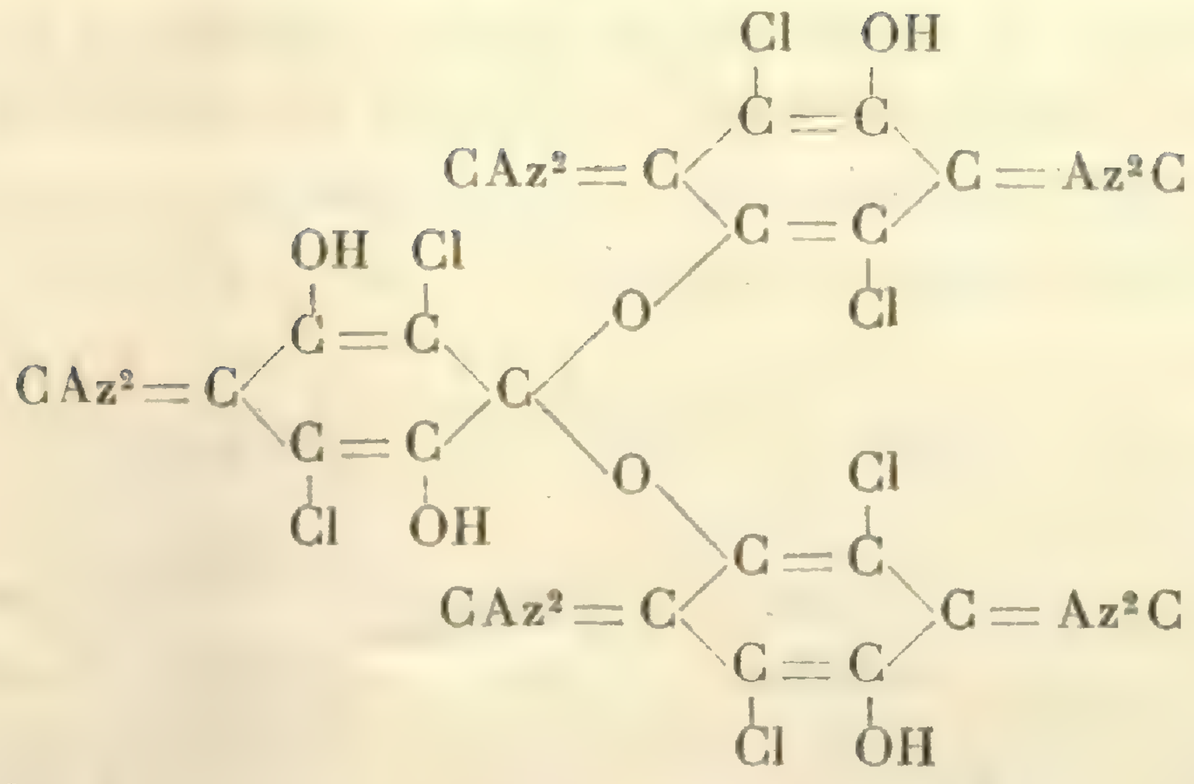
C..... 36,0 H..... 0,85 Az..... 12,01 Cl..... 30,4 pour 100.

» Ce composé en dissolution dans l'eau ne donne plus, par la potasse, la coloration verte que l'on obtient avec le soluté violet.

» D'autre part, le corps vert insoluble dans l'eau fournit à l'analyse

C..... 37,35 H..... 0,95 Az..... 19,90 Cl.... 28,80 pour 100.

» Or si l'on suppose une combinaison avec élimination d'une molécule d'eau entre la fonction quinonique du corps rouge et deux fonctions phénoliques de deux molécules de l'acide $C\,Az^2 = C^6\,Cl^2(OH)^2 = Az^2\,C$, on arrive à la formule d'un acétal de la forme



pour lequel la théorie indique :

C..... 37,80 H..... 0,54 Az..... 19,20 Cl..... 29,2.

» Le produit se dissout d'ailleurs dans l'acide chlorhydrique et la solution rouge violacé, traitée par une quantité ménagée de potasse ou par l'ammoniaque, prend une coloration verte. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à la recherche du manganèse dans les minéraux, les végétaux et les animaux*. Note de M. **P. Pichard** (Extrait).

« Nous avons appliqué la méthode de recherche du manganèse que nous avons décrite dans une Communication précédente (14 février 1898) à un certain nombre de terres, de plantes et de produits du règne animal.

» Les terres ont été séchées, pulvérisées et incinérées.

» Les matières végétales ont été lavées, séchées, puis débarrassées des particules terreuses par secousse, frottement et tamisage, coupées en menus fragments et incinérées.

» Les produits animaux ont été lavés, débarrassés des matières végétales et minérales, coupés en menus fragments et incinérés.

» On a fait l'essai pour la recherche du manganèse sur $0^{gr},5$ environ de matière incinérée.

» Lorsque l'incinération est lente et pénible, soit par l'abondance de sels fusibles (graines, fleurs, plantes marines), soit par la production d'un charbon brillant et poreux (matières albuminoïdes, chair, sang), on détruit la matière charbonneuse en chauffant à siccité la cendre, à plu-

sieurs reprises, dans une petite capsule de platine ou de porcelaine avec quelques gouttes d'acide azotique pur.

» Cette opération est absolument nécessaire chaque fois qu'on opère sur des matières riches en chlorures; sinon, dans l'essai avec le minium, le chlore dégagé par l'ébullition avec l'acide azotique empêcherait la coloration rose de se manifester ou l'atténuerait plus ou moins.

» Quand on se borne à l'essai qualitatif dans les produits d'origine végétale et animale, on peut se dispenser de calciner la cendre avec le carbonate alcalin, et la traiter directement par l'acide azotique et le minium.

» *Résumé.* — Le manganèse paraît universellement répandu dans les sels végétaux, dans le règne végétal et dans le règne animal.

» Les sables marins provenant de roches silicatées en renferment notablement. Les Algues de mer, Fucus vésiculeux, Laminaires, en contiennent beaucoup. Nous l'avons rencontré dans un grand nombre de *familles végétales terrestres :*

Champignons. — Hyménomycètes à chapeau, Gastéromycètes, Ascomycètes, Lichens.

Mousses. — Mousses sur sol, sur arbres, sur murailles.

Filicinées. — Fougères des bois.

Conifères. — Pin maritime, Sapin puisapo, If, Cyprès.

Graminées. — Herbe de prairie, Froment, Orge, Avoine, Maïs.

Liliacées. — Poireau, Yucca, Asperge.

Urticacées. — Ortie, Houblon, Chanvre, Figuier, Orme.

Salicinées. — Peuplier, Tremble, Peuplier argenté.

Polygonées. — Sarrasin.

Chénopodées. — Atriplex.

Cupulifères. — Chêne, Châtaignier, Charme.

Renonculacées. — Anémone des prés.

Lauracées. — Laurier noble, Laurier palme.

Euphorbiacées. — Euphorbe vulgaire.

Buxacées. — Buis des jardins.

Tamariscinées. — Tamarix.

Crucifères. — Navet, Sauve, Chou.

Papavéracées. — Coquelicot.

Oxalidées. — Oxalide des murailles.

Crassulacées. — Joubarbe des murs et des sables.

Légumineuses. — Genêt, Ajonc, Haricot, Lentille, Luzerne, Sainfoin.

Rosacées. — Ronce, Fraisier, Prunier, Pommier.

Ilicinées. — Houx vulgaire.

Ampélidées. — Raisins, pousses de vignes.

Rhamnées. — Fusain commun.

Ombellifères. — Carotte.

Araliées. — Lierre de terre et d'arbre, Lierre à feuilles très découpées.

Cornées. — Aucuba du Japon.

Tricacées. — Bruyère.

Solanées. — Tabac, Pomme de terre.

Oléacées. — Lilas.

Labiées. — Menthe des jardins.

Plantaginées. — Plantain vulgaire.

Campanulacées. — Liseron des champs.

Rubiacées. — Aspérule, Café.

Composées. — Pâquerette, Bleuet, Seneçon.

» Parmi les plantes terrestres, les Champignons hyménomycètes à chapeau viennent au premier rang pour leur richesse en manganèse. D'autres Champignons, Gastéromycètes, Ascomycètes, Lichens, en sont aussi très chargés. Les Mousses en sont largement pourvues.

» Parmi les plantes vasculaires cryptogames, les Fougères en renferment beaucoup. Parmi les Gymnospermes, les Conifères sont riches en manganèse. Parmi les Angiospermes, nous voyons que les Graminées, les Légumineuses, les Rosacées, les Crucifères, les Ombellifères, les Ampélidées, les Solanées, les Liliacées, les Polygonées, les Urticacées sont riches en manganèse. Les arbres de nos forêts, Chêne, Orme, Charme, Châtaignier, Peuplier, en sont abondamment pourvus.

» Le manganèse paraît se concentrer dans les parties de la plante en activité végétative, dans les feuilles, les jeunes pousses. Nous l'avons trouvé en très faible quantité dans l'écorce du Pin maritime et dans celle de l'Orme, tandis qu'il abonde dans les feuilles et les jeunes pousses de ces arbres.

» Mais ce sont surtout les graines des plantes phanérogames qui en sont très chargées : Froment, Orge, Avoine, Maïs, Haricot, Sarrasin, Chènevis, Café, Figue, Prune, Raisin, Pomme, graines de Peuplier, ou encore, des bourgeons charnus, comme la Pomme de terre.

» Ce fait, rapproché de la présence en quantité considérable du manganèse dans les Hyménomycètes, à développement si rapide, nous porte à signaler le rôle physiologique que peut remplir le manganèse, surtout au début de la vie de la plante, germination et premier développement.

» Dans les *animaux*, le manganèse est en proportion bien moindre que dans les végétaux.

» Nous l'avons cherché et rencontré dans :

Méduse (Zoophytes).

Coquilles blanches (Acéphales) marines.

Escargots marins (Gastéropodes).

Os de seiche (Ptéropodes).

Carapace de crabe, *chair de langouste* (Crustacés).

Sardine fraîche (Poissons).

Os, œufs, viande de bœuf, sang de porc, cheveux et poils de barbe (Mammifères).

Crottin de cheval, bouse de vache.

» Nous remarquons que, dans l'œuf, le jaune en renferme beaucoup plus que le blanc, et que l'œuf en contient plus que la chair et le squelette, analogie qui rappelle ce que nous avons signalé à propos des graines.

» Les parties cornées et, d'une manière générale, les téguments et leurs

dépendances (valve, coquille, carapace, écailles, poils) en renferment notablement.

» Sans préjuger le rôle du manganèse dans la végétation de nos plantes cultivées, nous rappellerons que le fumier est très riche en manganèse et que le principal engrais employé sur le littoral de la Manche et de l'océan se compose de varechs abondamment pourvus de cette substance. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *De la digestion gastrique chez les Squales.* Note de M. **Émile Yung**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La classe des Poissons nous offre tous les degrés de différenciation du tractus intestinal, depuis l'intestin simple et dépourvu de glandes digestives localisées des Cyclostomes et de quelques Téléostéens, jusqu'à celui des Sélaciens, relativement compliqué et toujours muni d'un estomac, au sens histologique du mot.

» Chez les Squales, la muqueuse de l'estomac renferme des glandes profondes dont les cellules se rapprochent du type des cellules dites de *revêtement* (*Belegzellen* de Heidenhain) de l'estomac des Mammifères. Je n'ai rien à ajouter à la description qu'en ont donnée les auteurs (Pilliet, Cattaneo), sinon que leur volume diminue et que leurs granulations augmentent après un jeûne prolongé.

» Ces cellules sécrètent un suc épais et visqueux au début de la digestion, mais qui s'éclaircit plus tard et augmente progressivement d'acidité, jusqu'à un certain maximum, variable selon l'état de santé de l'animal et la nature des aliments qu'il digère. M. Ch. Richet (1) a insisté sur la forte acidité du suc gastrique de *Raja*, *Scyllium* et *Acanthias*, acidité qui se retrouve chez tous les Sélaciens examinés et qui s'explique par la nécessité de décalcifier les proies ingérées (carapaces de Crustacés, os de Seiche, etc.).

» Les excellentes installations du laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff, mises libéralement à ma disposition par M. de Lacaze-Duthiers, et le fait que les pêcheurs roscovites capturent souvent des

(1) Ch. Richet, *Sur l'acidité du suc gastrique* (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 676; 1878). — Ch. Richet et Mourrut, *De quelques faits relatifs à la digestion des Poissons* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 879; 1880). — Ch. Richet, *Ibid.* (*Archives de Physiologie*, p. 536; 1882).

Squales pour alimenter les Homards du vivier établi dans cette localité, m'ont permis, deux étés durant, de me procurer un nombre considérable de ces Poissons et de les observer vivants dans les bassins du laboratoire. Mes recherches ont porté sur les cinq espèces suivantes : *Scyllium catulus*, *Acanthias vulgaris*, *Lamna cornubica*, *Galeus canis* et *Carcharias glaucus*. En voici les principaux résultats :

» Les Squales pris en été ont toujours l'estomac plein de nourriture (1). Ils digèrent rapidement. Après trois jours de diète au maximum, leur estomac s'est complètement vidé, mais sa muqueuse est encore acide, tandis que plus tard elle devient neutre, si le jeûne se prolonge. Cette muqueuse se détache facilement de la paroi musculaire, elle contient de fortes doses d'enzyme qu'on peut encore utiliser pour des digestions artificielles après que la muqueuse a été bien lavée, puis desséchée ou conservée dans la glycérine. L'enzyme agit à basse température, toutefois son action est plus énergique entre + 20° et 30° qu'entre 0° et + 10°. A partir de 30°, son action diminue et cesse vers 50°, température qui le détruit. J'ai constaté, en outre, qu'il agit mieux au-dessous de 10° dans un milieu très acide, et mieux au-dessus de 20°, dans un milieu moins acide. Préparé par le procédé de Brücke, il présente le même aspect que la pepsine des Mammifères et n'agit d'ailleurs, comme elle, qu'en milieu acide.

» De nombreux essais m'ont conduit à fixer aux environs de 7 pour 1000 la proportion de H Cl la plus favorable pour la dissolution des substances albuminoïdes par la pepsine des Squales, à la température de + 15°. Ce chiffre, très supérieur à celui qui exprime la dose de H Cl, la plus favorable chez l'homme et le chien, correspond à la dose moyenne d'acide contenu dans le suc gastrique des cinq espèces étudiées. Le maximum de 1 1 pour 1000 trouvé par moi chez *Lamna cornubica* est inférieur à celui indiqué par M. Richet (1 5^{gr} de H Cl par litre).

» Le liquide contenu dans l'estomac en digestion est fort complexe. Outre du suc gastrique encore inutilisé, il renferme des graisses et des produits de la digestion des substances albuminoïdes. Parmi ces derniers, j'ai toujours rencontré une grande quantité de syntonine (précipitée par la neutralisation), des protéoses (précipitées par le sulfate d'ammoniaque en excès) et quelquefois, mais pas toujours, de la peptone, indiquée par la réaction du biuret. En faisant agir, *in vitro*, le suc stomacal mixte sur la

---

(1) Consistant surtout, à Roscoff, en Lançons (*Ammodytes tobianus*), en Calmars (*Loligo*) et en Poulpes (*Octopus*).

fibrine ou l'albumine pendant vingt-quatre heures, j'ai obtenu des doses notables de vraie peptone. En revanche, le suc gastrique fabriqué avec la muqueuse triturée dans H Cl à 7 pour 1000 transforme la fibrine en syntonine et en diverses protéoses, mais non en peptone.

» Quant à la dissolution de la chitine par le suc gastrique des Squales, admise par M. Richet, je n'ai pas réussi à la constater en digestion artificielle, même à chaud et en milieu très acide. Il est vrai qu'on ne trouve pas de chitine dans les fèces de ces Poissons et que l'étroitesse de leur *tube pylorique* s'oppose au passage de dépouilles chitineuses un peu considérables. Cependant, j'ai trouvé dans leur estomac des *plumes* de Calmar et des carapaces de Crustacés, non digérées, et, d'autre part, j'ai ramassé dans les bassins du laboratoire des résidus chitineux qui avaient été rejetés par les Squales. Peut-être ceux-ci se débarrassent-ils normalement par une sorte de vomition de la chitine non digérée. En tous cas, il est notoire que, chez nombre d'autres Poissons qui se nourrissent de Mysis, ou d'Entomostracés, les carapaces chitineuses sont rendues nettoyées et intactes et que, chez les *Scyllium,* de nombreux Nématodes habitent l'estomac sans en souffrir.

» Je ne puis que confirmer les conclusions de M. Richet, relatives à l'absence de diastase dans l'estomac des Squales. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement de l'*Acmœa Virginea. Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Entre la Patelle, type des Docoglosses cyclobranches, et les Rhipidoglosses (Pleurotomaire, Fissurelle, Haliotis, Troque, etc.), il existe des formes intermédiaires qui n'ont attiré l'attention des naturalistes que dans ces dernières années.

» L'une des plus curieuses est l'*Acmée,* qui rappelle par sa forme extérieure la Patelle. Malgré sa parenté évidente avec cette dernière, elle n'est pas cyclobranche, car elle n'a pas de branchie circulaire et présente, au contraire, une branchie cervicale comme les Rhipidoglosses.

» Le développement de cet animal était totalement inconnu; j'ai pu l'étudier cette année au laboratoire de Roscoff et suivre l'évolution de l'*Acmœa Virginea* depuis l'œuf jusqu'à l'adulte.

» La ponte de l'Acmée a lieu en avril et en mai. Il n'y a pas d'accou-

plement; les mâles et les femelles émettent à l'extérieur les produits sexuels par l'intermédiaire de la cavité branchiale.

» Les œufs ne sont pas agglutinés dans une glaire épaisse et se dispersent presque immédiatement dans le courant d'eau. Il n'y a donc pas de ponte de forme spéciale.

» Si l'on place les œufs dans des cuvettes, les larves qui en dérivent ne tardent pas à prendre une forme anormale et l'évolution complète ne paraît s'effectuer que dans l'eau courante.

» Grâce aux ressources de la station de Roscoff, j'ai pu installer dans les grands aquariums à courant continu des bacs-filtres, où le liquide fortement aéré ne peut s'échapper qu'après avoir filtré à travers une couche de sable. De cette manière, les embryons peuvent se nourrir aux dépens des algues qui se développent sur les parois; ils nagent dans l'eau courante, tout en restant emprisonnés dans un espace relativement restreint, où ils parcourent le cycle complet de leur évolution.

» Je ne puis songer à décrire ici le développement complet de l'*Acmæa Virginea;* je me contenterai de signaler deux faits importants, sur lesquels je désire appeler l'attention.

» Chez les Gastéropodes chiastoneures on explique généralement la torsion de la masse viscérale et d'une partie du système nerveux par la torsion de la coquille; or l'Acmée, chiastoneure, aussi bien à l'état larvaire qu'à l'état adulte, présente une coquille sans enroulement et tout à fait symétrique.

» On peut en conclure que *la torsion de la coquille n'est pas la cause nécessaire de l'enroulement de la masse viscérale et de la partie correspondante du système nerveux.*

» Il faut chercher une autre explication; l'étude du développement de l'Acmée le permet.

» *La cause de l'enroulement de la masse viscérale et de la partie correspondante du système nerveux réside dans le développement du pied.*

» En effet, à un stade très jeune chez l'Acmée, à la fin du deuxième jour de développement, au moment où la coquille commence à s'étendre, le pied est situé sur la face ventrale entre le voile et l'anus, qui vient de s'ouvrir. Il ne peut s'étaler vers le bas par suite du développement du bourrelet palléal et est redressé contre le voile.

» Quand la croissance de la coquille s'accentue, cette position anormale du pied devient encore plus sensible, mais elle ne tarde pas à se corriger.

Bientôt une rotation de toute la partie inférieure de l'animal se produit qui change les rapports précédents.

» Cette rotation est de 180°. Elle est facile à constater chez l'Acmée où la face primitivement ventrale de la coquille, mais qui va devenir dorsale, est bombée, tandis que la face primitivement dorsale, mais qui va devenir ventrale, est aplatie.

» Ceci démontre que *la torsion de la masse viscérale et de la partie correspondante du système nerveux peut se produire à un stade larvaire très jeune sans que la symétrie de la coquille en soit affectée.*

» Le second fait que je désire signaler se produit au moment où la larve de l'Acmée se transforme en adulte :

» Les Mollusques à coquille patelliforme présentent presque tous un crochet terminal ; mais ce crochet est tantôt tourné en arrière, comme dans l'Emarginule par exemple, tantôt tourné en avant, comme dans l'Acmée : si bien que, si l'on considère deux animaux présentant cette position inverse du crochet, on est tenté de croire qu'ils occupent une situation inverse par rapport à leur coquille, ou que, en d'autres termes, l'un d'eux est à l'envers dans sa coquille par rapport à l'autre.

» L'étude du développement de l'Acmée montre qu'il n'en est rien et que, *quelle que soit la position du crochet, les Mollusques ont toujours la même position relative par rapport à leur coquille.*

» En effet, en étudiant les larves qui se transforment en adulte, j'ai constaté que la coquille de l'Acmée constitue, comme d'habitude, d'abord le crochet terminal de la coquille de l'adulte.

» Le crochet est alors tourné en arrière, comme dans le cas de l'Emarginule; mais bientôt la coquille larvaire se désagrège, laissant une sorte de cavité en partie comblée par la sécrétion de la nacre. En avant de cette cavité subsiste une sorte de promontoire qui donne naissance au crochet tourné en avant.

» Cette observation démontre que *la différence de position du crochet terminal dans les coquilles patelliformes ne constitue qu'une anomalie apparente sans retentissement sur l'organisation générale du Mollusque.* »

GÉOLOGIE. — *Sur les lacs de la Roche-de-Rame (Hautes-Alpes), du Lauzet (Basses-Alpes), de la Roquebrussanne et de Tourves (Var).* Note de M. **André Delebecque**, présentée par M. Michel Lévy.

« Poursuivant la mission qui m'a été confiée par M. le Ministre des Travaux publics, j'ai exploré, en mai 1898, une série de lacs peu connus et au sujet desquels je n'ai donné, dans mon Livre *Sur les lacs français*, que des renseignements incomplets. Ce sont :

» 1° Le lac de la Roche-de-Rame, dans les Hautes-Alpes, à une vingtaine de kilomètres au sud de Briançon. Ce lac, dont la superficie est d'environ 3^{ha}, se trouve dans une petite vallée parallèle à celle de la Durance, dont elle est séparée par une crête rocheuse étroite; il s'écoule au nord dans la Durance et est limité au sud par une moraine, à laquelle il paraît devoir son existence. Je lui ai trouvé, le 16 mai 1898, une profondeur de $16^{m},90$.

» 2° Le lac du Lauzet, près du village de ce nom, dans les Basses-Alpes. Ce lac, dont la superficie est d'environ 3^{ha}, se trouve, par rapport à la rivière de l'Ubaye, à peu près dans la même situation que le lac de la Roche-de-Rame par rapport à la Durance; mais, autant que l'on peut en juger par les affleurements visibles, il paraît être entièrement dans la roche en place. Il s'écoule souterrainement dans l'Ubaye par un canal artificiel, exécuté il y a plusieurs siècles. Je lui ai trouvé, le 15 mai 1898, une profondeur de $6^{m},80$; mais, le point le plus bas de la crête qui limite le bassin du lac étant à 16^{m} environ au-dessus du niveau de l'eau (1), la profondeur naturelle serait d'environ 23^{m}.

» 3° Les lacs de la Roquebrussanne et de Tourves, non loin de Brignoles, dans le Var.

» Les lacs de la Roquebrussanne, appelés encore lacs du Grand et du Petit Lautien, se trouvent à environ 3^{km} à l'est du village de la Roquebrussanne et consistent en deux entonnoirs de forme grossièrement circulaire, qui s'ouvrent comme des cratères au milieu d'une plaine sensiblement horizontale constituée par le muschelkalk et les marnes irisées (2). Ils n'ont

---

(1) D'après un nivellement de M. Escavy, conducteur principal des Ponts et Chaussées, au Lauzet.

(2) Voir la feuille *Draguignan* de la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$, par M. Zürcher.

ni affluent, ni écoulement apparent. Le Grand Lautien a une surface d'environ 1^{ha}, et je lui ai trouvé, le 13 mai 1898, une profondeur de $29^{m},70$, la profondeur totale de l'entonnoir étant de $43^{m},50$ (1); en hautes eaux, cet entonnoir paraît être à peu près plein et contient ainsi une masse liquide d'environ 43^{m} d'épaisseur. Le Petit Lautien, dont la surface est d'environ 67^{a}, avait, le même jour, une profondeur de $7^{m},20$, la profondeur totale de l'entonnoir étant de $30^{m},75$ (2); le niveau de ce dernier lac est loin d'ailleurs de s'élever comme celui du Grand Lautien; le lac est même quelquefois à sec. J'ajouterai que, malgré ses dimensions horizontales très restreintes et ses variations considérables de niveau, le Grand Lautien a, au point de vue thermique, les allures d'un véritable lac; car je lui ai trouvé, le 13 mai 1898, à la surface une température de $16^{o},8$ et au fond $7^{o},5$ seulement.

» Le lac de Tourves, dont la surface est de $3^{ha},70$ d'après le cadastre, se compose de trois bassins ayant pour profondeurs respectives $9^{m},40$, $6^{m},40$ et $12^{m},30$; cette dernière profondeur n'existe que dans un trou, qui s'ouvre au milieu de fonds d'environ 5^{m}. Il s'écoule à ciel ouvert dans la rivière le Caramy, qui passe à Brignoles.

» Comme je le dis dans mon Livre *Les lacs français* (p. 318), les lacs de la Roquebrussanne et de Tourves sont dans des entonnoirs qui paraissent dus à des effondrements provoqués par des dissolutions souterraines, très fréquentes dans les marnes irisées. Dans la même région et dans les mêmes terrains, des bassins d'effondrement se sont produits, il y a vingt ans, aux environs de Draguignan, au lieu dit *les Clapes*.

» Je dois en terminant adresser tous mes remercîments à MM. Escavy, conducteur principal des Ponts et Chaussées au Lauzet, Reynaud, conducteur à Brignoles, et Tissot, conducteur à Briançon, pour le concours qu'ils m'ont apporté pendant mes explorations. »

---

(1) D'après un nivellement de M. Reynaud, conducteur des Ponts et Chaussées à Brignoles, qui a mesuré $13^{m},80$ entre le niveau de l'eau et le bord de l'entonnoir.

(2) D'après un nivellement de M. Reynaud, qui a mesuré $23^{m},55$ entre le niveau de l'eau et le bord de l'entonnoir.

RADIOGRAPHIE. — *Une méthode de mensuration de l'aire du cœur par la Radiographie*. Note de MM. **G. Variot** et **G. Chicotot**, présentée par M. Marey.

« Il est difficile, on le sait, de mesurer l'aire du cœur sur la paroi antérieure du thorax par la percussion ou par la phonendoscopie.

» La Radiographie peut être utilisée très simplement dans ce but.

» L'ombre radioscopique due à l'opacité relative du cœur dans le thorax a des contours assez nets limités par les rayons X tangents aux bords du cœur et venant tomber sur l'écran fluorescent.

» Il est aisé de tracer, avec un crayon, l'image radioscopique sur un papier calque superposé à l'écran; mais cette image ne représente pas la grandeur réelle de l'aire du cœur : elle est plus ou moins agrandie suivant la distance de la source lumineuse à l'écran et suivant la distance du cœur à l'écran récepteur.

» Voici par quel dispositif et par quel procédé nous obtenons l'aire réelle du cœur en corrigeant l'ombre radioscopiqne enregistrée sur le papier calque.

» Nos recherches faites à l'hôpital Trousseau ont porté jusqu'à présent sur les enfants :

» 1° L'enfant étant debout, nous appliquons la région antérieure du thorax contre l'écran placé à *poste fixe;* le tube de Crookes est disposé à *distance* convenable pour avoir une image aussi nette que possible; puis nous traçons au crayon sur le papier-calque les contours de l'image;

» 2° Nous mesurons avec une règle graduée la distance qui sépare l'anode, c'est-à-dire la source lumineuse, de l'écran;

» 3° Nous déterminons, d'après une Table dressée d'avance, la distance qui sépare les points les plus saillants des bords du cœur, tangents aux rayons X, de la peau du thorax en avant, c'est-à-dire de l'écran contre lequel elle est appuyée.

» Cette Table de correction a été établie empiriquement par des mesures faites sur les cadavres d'enfants de divers âges.

» Les bords les plus saillants du cœur en place dans le thorax sont constitués à gauche par la partie la plus antérieure du ventricule gauche, à droite par le contour de l'oreillette droite, en bas par le bord du ventricule droit.

» La distance qui sépare les bords droit et gauche du cœur de la surface de la peau

varie suivant l'âge : elle est de $2^{cm},5$ environ à dix-huit mois, de 3^{cm} à deux ans et demi, de 4^{cm} à cinq ans, de 5^{cm} environ à dix et douze ans.

» Connaissant cette distance des bords du cœur à la surface du thorax, nous pouvons corriger l'image radioscopique obtenue.

» Soient H la distance de la source lumineuse à l'écran, h la distance de la source lumineuse aux bords tangents du cœur (on aura h en défalquant de H la distance connue empiriquement des bords du cœur à la peau du thorax en avant); soit T l'un des diamètres de l'image radioscopique : nous aurons le diamètre réel du cœur en établissant la formule $\frac{H}{h} = \frac{T}{x}$.

» Pour contrôler les expériences faites sur le vivant nous avons opéré sur des enfants morts, et nous avons constaté que la grandeur du cœur donnée par le calcul équivalait à celle mesurée au compas sur le cadavre, à 2^{mm} ou 3^{mm} près.

» Il est possible de faire mécaniquement les corrections avec un instrument imaginé par l'un de nous (M. Chicotot). Il consiste dans une règle H graduée en millimètres, sur laquelle glissent à angle droit deux autres règles parallèles également graduées T, x.

» Pour faire une correction, on mesurera avec la règle parallèle inférieure T sur la règle axiale H une distance égale à celle de la source lumineuse à l'écran, puis on amènera l'autre règle parallèle x au-dessus de la première, à la distance même du cœur à la surface du thorax. En rabattant de l'extrémité de la règle H un ruban R, on marque sur la règle parallèle inférieure T une longueur égale au diamètre de l'image radioscopique apparente; du même coup, on lira sur la règle parallèle x la correction et le diamètre réel du cœur.

» Il sera aisé de corriger ainsi un nombre indéfini de diamètres de l'image radioscopique apparente et de trouver une série de points permettant de tracer le contour réel du cœur, en agissant comme pour le tracé d'une ellipse.

» Nous devons ajouter que, toutes choses égales d'ailleurs, les images radioscopiques du cœur, chez un même sujet, obtenues dans la station debout et dans le décubitus dorsal sont exactement superposables. »

RADIOGRAPHIE. — *Perfectionnement aux tubes employés en Radiographie.* Note de M. **L. Bonetti**.

« En faisant varier l'état du gaz raréfié à l'intérieur de l'ampoule, je suis parvenu à obtenir une moindre résistance et par conséquent à utiliser dans de bonnes conditions un tube qui était dur et de ce fait hors de service.

» Le moyen que j'emploie consiste à maintenir incandescent, pendant un temps plus ou moins long, un fil de platine plongé dans l'atmosphère de l'ampoule.

» J'emploie pour cela le courant électrique et je crée ainsi à l'intérieur du tube une véritable lampe à incandescence à filament de platine.

» Le tube sur lequel j'ai essayé cette modification était un tube biano-dique fonctionnant avec un courant donnant de 15^{cm} à 20^{cm} d'étincelles. L'incandescence du filament de platine exigeait 2 à 3 ampères sous 4 volts, et j'ai dans ces conditions obtenu d'excellents résultats. »

M. **J.-J. Andeer** adresse une Note ayant pour titre : « Recherches sur les ostioles du système cérébro-spinal ».

M. **A. Chamereau** adresse une Note « Sur un fossile trouvé dans le jurassique oxfordien ».

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 juin 1898.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XXIV, n° 6. 25 juin 1898. Paris, Masson et C^ie^, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, Professeur de Botanique à la Sorbonne. Tome dixième, livraison du 15 juin 1898, n° 114. Paris, Paul Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Recueil de données numériques, publié par la Société française de Physique : *Optique*, par H. Dufet, Maître de Conférences à l'École Normale supé-

rieure. Premier fascicule : *Longueurs d'onde. Indices des gaz et des liquides.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Wolf.)

Leçons sur la théorie des fonctions, par Émile Borel, Maître de Conférences à l'École Normale supérieure. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Les cancers épithéliaux. Histologie, Histogénèse, Étiologie, Applications thérapeutiques, par Fabre-Domergue, Chef de laboratoire à la Faculté de Médecine de Paris. Paris, G. Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guyon.)

L'intermédiaire des Biologistes, organe international de Zoologie, Botanique, Physiologie et Psychologie. Directeur : Alfred Binet. Directeur-adjoint : Victor Henri. 1re année, 20 juin 1898, n° 16. Paris, Schleicher frères; 1 fasc. in-8°.

La Nature, Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur : Henri de Parville. 26e année, n° 1308, 25 juin 1898. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Eclogæ geologicæ Helvetiæ. Recueil périodique de la Société géologique suisse. Vol. V, n° 2, juillet 1897. Lausanne, G. Bridel et Cie; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Theorie der kleinen Planeten, von Martin Brendel. Berlin, 1898; in-4°.

Yearbook of the United States Department of Agriculture. 1897. Washington, 1898; 1 vol. in-8°.

FIN DU TOME CENT VINGT-SIXIÈME.

N° 26.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 27 juin 1898.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. DE JONQUIÈRES. — Formules générales donnant des valeurs de D pour lesquelles l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ est résoluble en nombres entiers..... 1837

M. PERROTIN. — Sur la nouvelle comète Giacobini..... 1843

RAPPORTS.

M. MAURICE LÉVY. — Rapport sur un Mémoire de M. *Lecornu*, intitulé : « Sur l'équilibre d'une enveloppe ellipsoïdale soumise à une pression intérieure uniforme »..... 1844

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J.-E. BACHELET adresse une Note intitulée : « Stoppeur automatique rendant impossible la collision des trains »..... 1849

M. S. PILLSBURY adresse une Note sur « Une méthode de traitement de la tuberculose »..... 1849

M. BERGEAUD adresse un Mémoire ayant pour titre : « Entomologie intertropicale. Particularités sur les mœurs de quelques insectes »..... 1849

M. WILLOT adresse un Mémoire « Sur la destruction des Nématodes et de tous les insectes qui se trouvent dans le sol, le Phylloxera compris »..... 1850

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce la mort de M. *Paul Serret*, décédé à Paris le 24 juin 1898..... 1850

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, divers Ouvrages de M. *H. Dufet* et de M. *Émile Borel*..... 1850

MM. CH. TRÉPIED et J. REVAUX. — Observations de la comète Coddington, faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial de $0^m,188$..... 1850

M. I. LAGARDE. — Eléments de la comète Giacobini..... 1851

M. L. RAFFY. Détermination d'une surface par ses deux formes quadratiques fondamentales..... 1852

M. H. BURKHARDT. — Sur le principe de correspondance..... 1854

M. VAN DER WAALS. — Sur le mélange des gaz..... 1856

M. DANIEL BERTHELOT. — Sur le mélange des gaz..... 1857

M. A. LEDUC. — Sur le mélange des gaz... 1859

M. A. LEDUC. Sur la chaleur spécifique de l'air à pression constante..... 1860

MM. H. LE CHATELIER et O. BOUDOUARD. Sur la radiation des manchons à incandescence..... 1861

M. H. PELABON. — Action de l'hydrogène sur le sulfure d'argent et réaction inverse. 1864

M. GUNTZ. — Sur la chaleur de formation du carbure de lithium..... 1866

M. G. DENIGÈS. — Sur les fonctions organiques pouvant se combiner au sulfate mercurique. Cas des acétones..... 1868

MM. P. CAZENEUVE et ALBERT MOREL. — Sur un mode général de préparation des éthers carboniques mixtes de la série grasse et de la série aromatique..... 1871

M. ARNAUD. Sur les dérivés nitrés résultant de l'action de l'acide nitrique sur l'ouabaïne..... 1873

MM. FLATAU et LABBE. Sur les acides des essences de Géranium..... 1876

M. H. IMBERT. Action de la cyanamide sur le chloranile en présence de la potasse. 1879

M. P. PICHARD. Contribution à la recherche du manganèse dans les minéraux, les végétaux et les animaux..... 1881

M. ÉMILE YUNG. De la digestion gastrique chez les Squales..... 1885

M. LOUIS BOUTAN. — Sur le développement de l'*Acmæa Virginea*..... 1887

M. ANDRE DELEBECQUE. — Sur les lacs de la Roche-de-Rame (Hautes-Alpes), du Lauzet (Basses-Alpes), de la Roquebrussanne et de Tourves (Var)..... 1890

MM. G. VARIOT et G. CHICOTOT. — Une méthode de mensuration de l'aire du cœur par la Radiographie..... 1892

N° 26.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

	Pages.
M. L. Bonetti. Perfectionnement aux tubes employés en Radiographie.....	1893
M. J.-J. Andeer adresse une Note ayant pour titre : « Recherches sur les ostioles du système cérébro-spinal ».....	1894
M. A. Chamereau adresse une Note « Sur un fossile trouvé dans le jurassique oxfordien ».....	1894
Bulletin bibliographique.....	1894

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

TABLES

DES COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PREMIER SEMESTRE 1898.

TOME CXXVI

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1898.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXVI.

A

Pages.

ACADÉMIE. — État de l'Académie au 1er janvier 1898 5

— M. *Van Tieghem* est élu Vice-Président pour l'année 1898 13

— M. *Ad. Chatin*, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et Correspondants pendant l'année 1897 14

Allocution de M. *Chatin*, à la séance publique du 10 janvier 1898 53

— M. le *Ministre de l'Instruction publique* invite l'Académie à désigner deux de ses Membres pour examiner, au point de vue de la ressemblance, le buste d'Edmond Becquerel; MM. *Bertrand* et *Henri Becquerel* sont désignés pour cet examen 1487

ACÉTONES. — Préparation biochimique de la dioxyacétone cristallisée; par M. *Gabriel Bertrand* 984

— Sur les fonctions organiques pouvant se combiner au sulfate mercurique. Cas des acétones; par M. *G. Denigès* ... 1868

ACÉTYLÈNE. — Action du chlore sur le chlorure d'acétylène en présence du chlorure d'aluminium; chloruration de l'acétylène; par M. *A. Mouneyrat*. 1805

— Sur une combinaison cristallisée de l'acétylène avec le chlorure cuivreux; par M. *Chavastelon* 1810

ACIERS. — Recherches sur les aciers au nickel. Variations de volumes des alliages irréversibles; par M. *Ch.-Ed. Guillaume* 738

— Recherches sur les propriétés magnétiques des aciers au nickel; par M. *Eugène Dumont* 741

— Sur la résistance électrique des aciers; par M. *H. Le Chatelier* 1709

— Influence de la trempe sur la résistance électrique de l'acier; par M. *H. Le Chatelier* 1782

Pages.

ACOUSTIQUE. — Étude de la voix parlée des phonographes; par M. *Marage* 1202
— Timbre ou vocables des quinze voyelles de la langue française; par M. *Monoyer* 1637
AÉROSTATION. — Voir *Navigation aérienne*.
AIR ATMOSPHÉRIQUE. — Sur la composition de l'air en divers lieux, et la densité des gaz; par M. *A. Leduc*..... 413
— L'acide carbonique de l'atmosphère; par MM. *Albert Lévy* et *H. Henriet*. 1651
— Sur un nouvel élément constitutif de l'air atmosphérique; par MM. *William Ramsay* et *Morris-W. Travers*. 1610
— Observations de M. *Berthelot* au sujet de cette Communication 1613
— L'air liquide; par M. *d'Arsonval*..... 1683
— Contenu d'un pli cacheté relatif à des recherches spectrales sur l'air atmosphérique; par MM. *H. Moissan* et *H. Deslandres*..... 1689
— Observations relatives à la Communication précédente; par M. *H. Moissan*. 1691
— Nouveaux gaz de l'air atmosphérique; par MM. *Ramsay* et *Travers*..... 1762
Voir aussi *Chimie analytique*.
ALCOOLS. — Sur les isobornéols de synthèse; leur identité avec les alcools fénoïliques; par MM. *G. Bouchardat* et *J. Lafont* 755
— Nouvelle réaction des alcools tertiaires et de leurs éthers; par M. *G. Denigès*. 1277
— M. *H. Klein* adresse un Mémoire « Sur la densité des liqueurs hydro-alcooliques simples »..... 1255
— Sur un nouvel alcool tertiaire incomplet, le diméthylhepténol; par M. *Ph. Barbier*..... 1423
ALDÉHYDES. — Sur l'aldéhydate d'ammoniaque; par M. *de Forcrand*..... 248
ALIMENTAIRES (MATIÈRES). — Semoules et pâtes alimentaires; par M. *Balland* 605
— Sur l'importance du sucre considéré comme aliment. Nouvelle démonstration de la supériorité de la valeur nutritive du sucre sur celle de la graisse, eu égard à la valeur thermogène respective de ces deux aliments simples; par M. *A. Chauveau* 795
— *Errata* se rapportant à cette Communication 930
— Recherche de la sciure de bois dans les farines; par M. *G.-A. Le Roy*..... 1047

Pages.

— Sur les avoines chocolatées; par M. *Balland* 1289
— Sur la composition des poissons, des crustacés et des mollusques; par M. *Balland* 1728
ALLIAGES. — Sur les états d'équilibre du système ternaire : plomb, étain, bismuth; par M. *Georges Charpy*..... 1569
— Sur la constitution des alliages ternaires; par M. *Georges Charpy* 1645
ALUMINIUM. — M. *Balland* adresse de nouvelles observations « Sur les essais d'aluminium »..... 296
AMIDES. — Hydramides et bases isomères; par M. *Marcel Delépine*..... 343
— Sur l'hydrocinnamide; par M. *Marcel Delépine* 648
— Sur l'oxydation de quelques composés amidés et thioamidés; par M. *OEchsner de Coninck* 907
— Action de la cyanamide sur le chloranile en présence de la potasse; par M. *H. Imbert* 1879
ANALYSE MATHÉMATIQUE. — Le prix Francœur est décerné à M. *G. Robin*, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques..... 65
— Le prix Poncelet est décerné à M. *R. Liouville*, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques et mécaniques.. 65
— Sur la représentation des fonctions analytiques uniformes; par M. *Paul Painlevé*..... 200
— Sur la convergence des séries représentant les intégrales des équations différentielles; par M. *Paul Staeckel* 203
— Sur les intégrales irrégulières des équations différentielles linéaires; par M. *J. Horn*..... 205
— Sur l'existence des intégrales d'un système partiel, déterminées par certaines conditions initiales; par M. *Riquier*.. 208
— M. *A. Demanet* adresse une Note « Sur une nouvelle méthode de résolution des équations algébriques et transcendantes »..... 316
— Sur le développement des fonctions uniformes ou holomorphes dans un domaine quelconque; par M. *Paul Painlevé*..... 318
— Sur les types de croissance et sur les fonctions entières; par M. *Émile Borel* 321
— Sur des systèmes d'équations aux déri-

Pages.

vées partielles analogues aux équations du premier ordre; par M. *Jules Beudon*..... 324
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale le Tome II des « Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes; par M. *E. Goursat* » 379
— Sur le développement des fonctions analytiques pour les valeurs réelles des variables; par M. *Painlevé* 385
— Sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles analogues aux systèmes d'équations du premier ordre; par M. *Jules Beudon*..... 388
— Sur la décomposition des fonctions Θ en facteurs; par M. *G. Humbert* 394
— Sur la méthode nomographique la plus générale résultant de la position relative de deux plans superposés; par M. *Maurice d'Ocagne*..... 397 et 560
— Sur le développement des fonctions réelles non analytiques; par M. *P. Painlevé*..... 459
— Sur certains exemples singuliers d'approximations successives; par M. *Émile Picard*..... 497
— Sur les fonctions abéliennes singulières; par M. *G. Humbert* 508
— Sur quelques algorithmes généraux et sur l'itération; par M. *Lémeray*..... 510
— Sur l'itération; par M. *G. Bourlet*.... 583
— Les fonctions fuchsiennes et l'équation $\Delta u = e^u$; par M. *H. Poincaré*..... 627
— Sur la transformation d'Euler et la détermination des points singuliers d'une fonction définie par son développement de Taylor; par M. *Ernest Lindelöf*..... 632
— Sur la détermination du groupe de rationnalité des équations différentielles linéaires du quatrième ordre; par M. *F. Marotte* 715
— Sur les congruences conjuguées aux réseaux C; par M. *C. Guichard*..... 718
— Sur les invariants des équations linéaires aux dérivées partielles à deux variables indépendantes; par M. *J. Le Roux*.. 721
— Sur un problème de Riemann; par M. *Ludwig Schlesinger* 723
— Sur la théorie des nombres premiers; par M. *H. Laurent*..... 809
— Sur les lois de réciprocité; par M. *X. Stouff*..... 812
— Sur la transformation des fonctions abéliennes; par M. *G. Humbert*..... 814
— Solutions algébriques de diverses questions concernant les équations indéterminées du second degré à trois termes; par M. *de Jonquières*..... 863
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 992
— Sur les transformations singulières des fonctions abéliennes; par M. *G. Humbert*..... 882
— Sur les fonctions discontinues développables en séries de fonctions continues; par M. *R. Baire* 884
— Théorème fondamental sur les transformations birationnelles à coefficients entiers; par M. *S. Kantor*..... 946
— Sur certaines équations fonctionnelles linéaires; par M. *Lémeray*..... 949
— Sur un point de doctrine dans la théorie des formes quadratiques; par M. *de Jonquières* ..... 991 et 1077
— *Errata* se rapportant à la seconde Communication..... 1177
— Sur les congruences qui sont de plusieurs manières des congruences K; par M. *C. Guichard*..... 1011
— Sur une transformation de l'équation d'Hamilton; par M. *W. Ébert* et *J. Perchot* 1017
— Expressions des dérivées des fonctions thêta de deux arguments au moyen des carrés des fonctions thêta; par M. *E. Jahnke* 1083
— Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce; par M. *M. Krause*..... 1086
— Sur la réduction des intégrales doubles de fonctions algébriques; par M. *Émile Picard*..... 1116
— Sur les congruences rectilignes; par M. *C. Guichard*..... 1183
— Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes; par M. *Paul Painlevé*..... 1185
— Sur les groupes qui se présentent dans la généralisation des fonctions analytiques; par M. *Medolaghi*..... 1188
— M. *José-Ruiz Castizo* soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Nouvel intégrateur gé-

Pages.

néral pour les trois ordres $\int y\,dx$, $\int y^2\,dx$, $\int y^3\,dx$; intégromètre cartésien à évaluation tangentielle »..... 1256

— Sur la détermination explicite des équations différentielles du second ordre à points critiques fixes; par M. *Paul Painlevé*..... 1329

— Sur la théorie générale des caractéristiques des équations aux dérivées partielles; par M. *E. Goursat*..... 1332

— Sur les équations aux différentielles totales; par M. *Alf. Guldberg*..... 1335

— Sur les groupes hamiltoniens; par M. *G.-A. Miller*..... 1406

— Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce; par M. *Martin Krause*..... 1489 et 1618

— Sur la forme que prend, par la suppression de certains termes, un développement en série entière; par M. *Riquier*..... 1558

— Sur les fonctions discontinues qui se rattachent aux fonctions continues; par M. *R. Baire*..... 1621

— Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes; par M. *Paul Painlevé*..... 1697

— Sur le problème de l'intégration au point de vue des variables réelles; par M. *R. Baire*..... 1700

— Formules générales donnant des valeurs de D pour lesquelles l'équation

$$t^2 - Du^2 = -1$$

est résoluble en nombres entiers; par M. *de Jonquières*..... 1837

— M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Ouvrage de M. *Charles Méray*, ayant pour titre : « Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques..... 1697

Voir aussi *Géométrie, Mécanique, Physique mathématique*.

ANATOMIE ANIMALE. — Rapport de M. *Bornet*, concluant à décerner une partie du prix Thore à M. *Louis Bordas*, pour ses recherches sur les glandes à venin des Insectes hyménoptères..... 97

— Rapport de M. *Guyon*, concluant à décerner le prix Godard à MM. *Beauregard* et *Boulard*, pour leurs recherches sur les organes génito-urinaires des Cétacés..... 107

— Influence histogénétique d'une forme antérieure, à propos de la régénération de la membrane de Descemet; par M. *L. Ranvier*..... 23

— Mécanisme histologique de la cicatrisation; de la réunion immédiate vraie; par M. *L. Ranvier*..... 308

— Mécanisme histologique de la cicatrisation; réunion immédiate synaptique; par M. *L. Ranvier*..... 454

— Préliminaire sur l'origine des capsules surrénales des Poissons lophobranches; par M. *Huot*..... 49

— Sur l'origine des bulbes sétigères et des néphridies chez les Annélides; par M. *Auguste Michel*..... 50

— Sur la structure du cirrophore chez les Polynoïdiens; par M. *G. Darboux* fils. 257

— Sur les allongements de la partie antérieure du corps des Prosobranches et leur influence sur la région correspondante du tube digestif; par M. *Alex. Amaudrut*..... 259

— La névroglie de l'encéphale chez les Poissons; par M. *Catois*..... 433

— Du développement de la fibrille conjonctive; par M. *P.-A. Zachariadès*.... 489

— Évolution et structure des éléments conjonctifs chez la Paludine; par M. *Joannes Chatin*..... 659

— Étude sur l'anatomie et l'histologie du rectum et des glandes rectales des Orthoptères; par M. *L. Bordas*..... 911

— Sur l'encéphale des Glycériens; par M. *Ch. Gravier*..... 972

— Sur le rapport des centrosomes avec les cils vibratiles; par M. *L.-F. Henneguy*..... 975

— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1057

— Contribution à l'étude de la division cellulaire directe ou amitotique; ses anomalies; sa valeur fonctionnelle; par M. *Joannes Chatin*..... 1163

— Insertion, sous frome de revêtement épithélial continu, des pieds des fibres névrogliques sur la limitante marginale d'un névraxe adulte; par M. *J. Renaut*..... 1440

— Sur le palmaire cutané et son évolution; par M. *A. Cannieu*..... 1813

Pages.

— Sur le système nerveux proboscidien des Glycériens; par M. *Charles Gravier*..... 1817
— Sur la première origine et le développement des néphridies des Annélides et sur le parallélisme des ontogénies embryonnaire et régénératrice; par M. *A. Michel*..... 1820
— Sur les pièces buccales des Acariens; par M. *A. Brucker*..... 1821
— Étude des glandes défensives de quelques Coléoptères; par M. *L. Bordas*..... 1824
— M. *J.-J. Andeer* adresse de nouvelles observations relatives au ramollissement des os par l'emploi de la phloroglucine..... 1109
— Recherches sur les ostioles du système cérébro-spinal; par M. *J.-J. Andeer*..... 1598, 1745 et 1894

Voir aussi *Zoologie*.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — Sur l'origine de la double coiffe de la racine chez les Tropæolées; par M. *Camille Brunotte*. 277
— Du nombre et de la symétrie des faisceaux libéroligneux du pétiole, dans la mesure de la perfection des espèces végétales; par M. *A. Chatin*..... 700
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 862
— Sur le clivage de la cuticule, en tant que processus temporaire ou permanent; par le *P. Pautel*..... 850
— Sur la structure des mycorhizes; par M. *Louis Mangin*..... 978
— Sur le remplacement de la tige principale par une de ses ramifications; par M. *Aug. Boirivant*..... 981
— Origine de la structure des lenticelles; par M. *Henri Devaux*..... 1432
— Sur l'origine du thalle des Cutlériacées; par M. *C. Sauvageau*..... 1435

Voir aussi *Botanique*.

ANILINE. — M. *Ch. Zurcher* adresse une Note « Sur les apparences développées au moment de la dissolution de l'aniline dans l'eau »..... 606

ANTIMOINE ET SES COMPOSÉS. — Sur les sulfoantimonites alcalins; par M. *Pouget*..... 1144
— Sur les sulfoantimonites des métaux alcalino-terreux; par M. *Pouget*..... 1792

ANTHRAQUINONES. — Sur la préparation et les propriétés des dialcoylamido-anthraquinones-3; par MM. *A. Haller* et *A. Guyot*..... 1544

ASTRONOMIE. — Rapport de M. *Guyou*, sur les Tables d'azimut de M. *Decante*..... 69
— Rapport de M. *Lœwy*, concluant à décerner le prix Damoiseau à M. *Hermann Struve*, pour ses travaux d'Astronomie planétaire..... 74
— Méthode générale pour la détermination des étoiles fondamentales et de la latitude; par M. *Lœwy*..... 16
— Sur la détermination des premiers termes de flexion d'un instrument méridien. Application au cercle du jardin de l'Observatoire de Paris; par MM. *W. Ebert* et *J. Perchot*... 27
— Occultation des Pléiades par la Lune, le 3 janvier 1898, observée à l'équatorial de la tour de l'ouest de l'Observatoire de Paris; par M. *G. Bigourdan*..... 196
— Occultation du groupe des Pléiades, le 3 janvier 1898, à Lyon; par M. *Ch. André*..... 197
— M. *Deiss* adresse une Note relative à une mesure directe de la parallaxe du Soleil..... 316
— Sur « l'Histoire céleste du XVII^e siècle » de *Pingré*; par M. *G. Bigourdan*... 712
— Rapport de M. *Callandreau* sur ce Mémoire de M. *Bigourdan*..... 941
— Sur le Système de l'heure décimale, les divisions du jour et du cercle, et la Table géographique; par M. *Henri de Sarrauton*..... 192
— Sur l'extension du système décimal au jour et au cercle entiers : avantages et procédés pratiques; par M. *J. de Rey-Pailhade*..... 505
— M. *Bouquet de la Grye* demande à l'Académie d'inviter les Sections d'Astronomie et de Géographie et Navigation à étudier la question de la modification de l'heure nationale..... 938
— M. le *Ministre de l'Instruction publique* prie l'Académie de lui faire connaître son avis au sujet d'une proposition de loi modifiant l'heure nationale..... 1257
— M. *H. de Sarrauton* soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Théorie et application du système de l'heure décimale »... 1322
— M. *J. Miffre* adresse une deuxième

Pages.

Note intitulée : « Nouveau système astronomique »..... 774
— M. *J. Marty* adresse plusieurs Mémoires relatifs à diverses questions d'Astronomie..... 1297

B

Bactériologie. — Bacilles du béribéri; par M. *G. Nepveu*..... 256
— Production de substance mucinoïde par les bactéries; par MM. *A. Charrin* et *A. Desgrez*..... 596
— Mucine vraie produite par un bacille fluorescent pathogène; par M. *Ch. Lepierre*..... 761
— Action de la bactérie du sorbose sur les alcools plurivalents; par M. *Gabriel Bertrand*..... 762
— Sur le produit d'oxydation de la glycérine par la bactérie du sorbose; par M. *Gabriel Bertrand*..... 842
Voir aussi *Cancer, Diphtérie, Rage, Tuberculose, Venins.*
Benzène. — Sur une combinaison de l'anhydride phosphorique avec le benzène; par M. *H. Giran*..... 592
Bolides. — Observation d'un bolide double, à Vannes, le 3 janvier 1898; par M. *Georget*..... 295
— Remarque de M. *Callandreau* au sujet de cette Communication..... 296
— M. *Callandreau* annonce que ce météore lumineux, signalé comme un bolide, doit être attribué à une montgolfière..... 495
Bornéols. — Sur les isobornéols de synthèse; leur identité avec les alcools fénoïliques; par MM. *G. Bouchardat* et *J. Lafont*..... 755
Botanique. — Rapport de M. *Gaston Bonnier*, concluant à décerner le prix Desmazières à M. *Jacob Eriksson*, pour ses Mémoires sur la rouille des céréales..... 93
— Rapport de M. *Bornet*, concluant à attribuer une partie du prix Thore à M. *Sappin-Trouffy*, pour son travail sur le développement des Urédinées. 98

Pages.

Voir aussi *Mécanique céleste, Géodésie, Latitudes, Marées, Comètes, Lune, Planètes, Soleil, Nébuleuses, Étoiles filantes.*

— Rapport de M. *Bornet*, concluant à décerner le prix Gay à M. *Charles Flahaut*, pour ses recherches de Géographie botanique..... 119
— M. *Gaston Bonnier* fait hommage à l'Académie des neuf premiers Volumes de la « Revue générale de Botanique »..... 316
— Sur une graminée du Soudan; Note de M. *Dybowski*..... 771
— Sur l'*Acinetospora pusilla* et la sexualité des Tiloptéridées; par M. *C. Sauvageau*..... 1581
— Sur la sexualité et les affinités des Sphacélariées; par M. *C. Sauvageau*. 1672
— M. *Van Tieghem* fait hommage à l'Académie des deux Volumes de la troisième édition de ses « Éléments de Botanique »..... 1321
Voir aussi *Champignons, Truffes, Anatomie végétale, Physiologie végétale* et *Pathologie végétale.*
Botanique fossile. — Sur la constitution des Cannels; par M. *B. Renault*. 491
— Sur les Rubiacées de la flore de Madagascar; par M. *Emm. Drake del Castillo*..... 1763
— Les microrganismes des Lignites; par M. *B. Renault*..... 1828
Bromures. — Sur les bromures d'argent ammoniacaux; par M. *Jarry*..... 1138
Bulletins bibliographiques. — 172, 366, 450, 496, 607, 669, 860, 928, 989, 1056, 1109, 1176, 1297, 1381, 1453, 1537, 1600, 1682, 1745, 1834, 1894.
Bureau des Longitudes. — Liste de candidats présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place vacante au Bureau des Longitudes : 1° M. *Lippmann*, 2° M. *Appell*..... 1696

C

Pages.

CALCIUM. — Préparation du calcium cristallisé; par M. *Henri Moissan*... 1753

CANCER. — Les parasites du cancer et du sarcome (morphologie, répartition); par M. *F.-J. Bosc*..... 541

— Les parasites du cancer et du sarcome (coloration, structure, cycles de reproduction, dimorphisme évolutif); par M. *F.-J. Bosc*..... 1161

— Pathogénie et histogénèse du cancer (maladie parasitaire); par M. *F.-J. Bosc*..... 1293

CARBURES. — Sur les conditions de formation des carbures alcalins, des carbures alcalino-terreux et du carbure de magnésium; par M. *Henri Moissan*..... 302

— Sur la dissociation des carbures de baryum et de manganèse; par MM. *Gin* et *Leleux*..... 749

— Préparation et propriétés d'un nouveau carbure de tungstène; par M. *P. Williams*..... 1722

— Sur la chaleur de formation du carbure de lithium; par M. *Guntz*..... 1866

CELLULOSE. — Nitration de la cellulose et de ses dérivés hydro et oxy; par M. *Léo Vignon*..... 1658

CÉRITE. — Sur de nouveaux composés des métaux de la cérite; par M. *André Job*..... 246

— Sur la séparation du thorium et des terres de la cérite; par MM. *G. Wyrouboff* et *A. Verneuil*..... 340

CÉTONES. — Sur une nouvelle cétone cyclique, la méthylcyclohexénone II; par M. *A. Béhal*..... 46

— Sur quelques dérivés halogénés de l'éthylphénylcétone; par M. *A. Collet*. 1577

CHALEUR RAYONNANTE. — Sur le pouvoir absorbant du noir de fumée pour la chaleur rayonnante; par MM. *Crova* et *Compan*..... 707

CHAMPIGNONS. — Rapport de M. *Guignard*, concluant à décerner le prix Montagne à M. *Bourquelot*, pour ses travaux sur la physiologie des Champignons..... 95

— Le Champignon des Altises (*Sporotrichum globuliferum*; par M. *Trabut*.. 359

Pages.

— Essai de culture du *Tricholoma nudum*; par MM. *J. Costantin* et *L. Matruchot*..... 853

— Sur un nouveau type générique des Schizomycètes, le *Chatinella*; par M. *E. Roze*..... 858

— Sur la structure et l'évolution du protoplasma des Mucorinées; par M. *L. Matruchot*..... 1363

— Sur les champignons intermédiaires aux *Trichophytons* et aux *Achorions*; par M. *E. Bodin*..... 1528

CHEMINS DE FER. — M. *Marhem* adresse une Note relative à un système d'éclairage électrique latéral, en vue de prévenir les accidents sur les voies ferrées..... 52

— M. *J.-E. Bachelet* adresse une Note intitulée : « Stoppeur automatique rendant impossible la collision des trains »..... 1849

CHIMIE. — Rapport de M. *Moissan*, concluant à décerner le prix Lacaze (Chimie) à M. *Paul Sabatier*, pour ses recherches de Chimie minérale..... 86

— M. *Cassedebat* adresse une Note « Sur un corps simple gazeux, sécrété par le *Bacterium coli commune* »..... 195

— Étude des équilibres physiques et chimiques par la méthode osmotique; par M. *A. Ponsot*..... 336

— Sur la corrélation entre la réduction par l'hydrogène naissant, l'électrolyse et la photolyse de l'acide carbonique; par M. *A. Bach*..... 479

— Action du sulfate de chaux sur quelques sels haloïdes alcalins; par M. *A. Ditte*. 694

— Sur les causes du déplacement réciproque de deux acides; par M. *Albert Colson*..... 831

— Observations relatives à l'action de l'oxygène sur le sulfure de carbone et à l'influence chimique de la lumière. Travail préliminaire qui détermine les réactions; par M. *Berthelot*..... 1066

— Sur l'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse; par M. *Berthelot*. 1066

— Influence de la température sur les réactions chimiques; par M. *Albert Colson*..... 1136

Pages.

— Sur les zones de réactions; par M. *Albert Colson* 1505
— Sur les limites d'inflammabilité des vapeurs combustibles; par MM. *H. Le Chatelier* et *O. Boudouard* 1510
— M. *Ray* adresse un Mémoire sur l'histoire de l'Alchimie indienne..... 631
— Sur les états d'équilibre du système ternaire : plomb-étain-bismuth; par M. *Georges Charpy*..... 1569
— Sur la constitution des alliages ternaires; par M. *Georges Charpy* 1645
— Sur le poids atomique de l'azote; par M. *M. Vèzes*..... 1714
— Sur le poids atomique du tellure; par M. *R. Metzner*..... 1716

Voir aussi *Électrochimie* et les articles spéciaux : *Gaz, Air atmosphérique, Aciers, Antimoine, Bromures, Carbures, Cérite, Chrome, Fer, Glucinium, Lithium, Manganèse, Néodyme, Ozone, Oxyde de carbone, Palladium, Phosphore, Plomb, Silicium, Strontium, Sulfures, Thorium, Tungstène, Uranium, Yttriques* (Terres).

CHIMIE AGRICOLE. — Sur l'oxydation des ammoniaques composées par les ferments du sol; par M. *E. Demoussy*.. 253

Voir aussi : *Économie rurale.*

CHIMIE ANALYTIQUE. — Sur la séparation et le dosage de l'iode, du brome et du chlore; par M. *Ad. Carnot* 187
— Dosage chimique de l'oxyde de carbone contenu dans l'air, même à l'état de traces; par M. *Maurice Nicloux*.... 746
— Sur le dosage de l'oxyde de carbone dilué dans de grandes quantités d'air; par M. *Armand Gautier*..... 793
— Action de quelques réactifs sur l'oxyde de carbone, en vue de son dosage dans l'air des villes; par M. *Armand Gautier* 871
— Étude préliminaire d'une méthode de dosage de l'oxyde de carbone dilué d'air; par M. *Armand Gautier* 931
— Sur l'emploi du chlorure de palladium pour la recherche dans l'air de très petites quantités d'oxyde de carbone et sur la transformation de ce gaz, à la température ordinaire, en acide carbonique; par MM. *Potain* et *Drouin*. 938
— Sur le dosage de petites quantités d'oxyde de carbone dans l'air et dans le sang normal; par M. *L. de Saint-Martin* 1036
— Méthode pour reconnaître et doser l'oxyde de carbone en présence des autres gaz carburés de l'air; par M. *Armand Gautier*..... 1299
— Sur quelques causes d'incertitude dans le dosage précis de l'acide carbonique et de l'eau dilués dans de grands volumes d'air; par M. *Armand Gautier*. 1387
— Dosage de l'acide phosphorique dans les superphosphates; par M. *Léo Vignon*. 1522
— Note accompagnant la présentation du premier Volume de son « Traité d'Analyse des substances minérales »; par M. *A. Carnot* 1400

Voir aussi : *Air atmosphérique.*

CHIMIE ANIMALE. — Sur le dosage du suc gastrique; par M. *L. Cordier*..... 353
— Ramollissement des os par la phloroglucine; par M. *J.-J. Andeer*..... 1295
— Sur l'oxyde de carbone contenu normalement dans le sang; par M. *Maurice Nicloux* 1526
— Mucine vraie, produite par un bacille fluorescent pathogène; par M. *Charles Lepierre* 761
— L'acidité urinaire et sa détermination; par M. *Charles Lepierre*..... 1534
— Mucine nouvelle, extraite d'un kyste ovarien; par M. *Ch. Lepierre*..... 1661

Voir aussi : *Physiologie animale.*

CHIMIE INDUSTRIELLE. — Fabrication de l'huile d'acétone, et en particulier de la méthyléthylcétone, au moyen des eaux de désuintage des laines; par MM. *A.* et *P. Buisine*..... 351
— Sur le traitement industriel de l'émeraude au four électrique; par M. *P. Lebeau*..... 1202

Voir aussi : *Grisou.*

CHIMIE ORGANIQUE. — Rapport de M. *Grimaux*, concluant à décerner le prix Jecker à M. *Haller*, pour ses travaux de Chimie organique 88
— Sur l'acétylbutyrate d'éthyle β-isopropylé et les acides diisopropylhexènedioïques stéréoisomères; par MM. *Ph. Barbier* et *V. Crignard*..... 251
— Sur les uréthanes aromatiques de la conicine; par MM. *P. Cazeneuve* et *Moreau* 481
— Sur un hydrure de dicamphène cristallisé; par MM. *A. Étard* et *G. Meker*. 256
— Action de la cyanamide sur le broma-

Pages.

nile, en présence de la potasse ; par M. *H. Imbert* 529
— Bases quinoléiques ; par M. *Marcel Délépine* 964
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1057
— Combinaison des bases organiques avec divers sels oxygénés ; par M. *D. Tombeck* 967
— Action des oxydants sur quelques corps azotés ; par M. *Œchsner de Coninck*. 1042
— Combinaison obtenue avec l'azotate de mercure et le triméthylcarbinol ; par M. *G. Denigès* 1043
— Sur les combinaisons de la pyridine et de la triméthylamine avec les acides formique et acétique ; par M. *André*. 1105
— Sur quelques dérivés de la tétraméthyldiamidobenzophénone ; par M. *E. Grimaux* 1117
— Réaction générale des carbures éthéniques. Combinaisons mercuriques correspondantes ; par M. *G. Denigès*. 1145
— Chaleurs de neutralisation de l'acide éthylphosphorique ; par M. *G. Belugou* 1151
— Nouvelle synthèse de l'acide diméthyl-3.3-pentanedioïque-1.5 ; par M. *F.-E. Blaise* 1153
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1234
— Action chlorurante du chlorure ferrique dans la série aromatique ; par M. *V. Thomas* 1211
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1382
— Sur les phosphoglycérates acides ; par MM. *Adrian* et *Trillat* 1215
— Sur les acides diméthylamido-diéthylamido-ortho-benzoyl et ortho-benzyl-benzoïques, et quelques-uns de leurs dérivés ; par MM. *A. Haller* et *A. Guyot* 1248
— Bases pyridiques ; par M. *Marcel Delépine* 1794
— Synthèse de l'acide tétraméthylglutarique symétrique ; par M. *E.-E. Blaise* 1808
Voir aussi les articles spéciaux : *Acétones, Acétylène, Alcools, Aldéhydes, Amides, Anthraquinones, Benzène, Carbures, Cétones, Chloral, Chloroforme, Cinchonine, Cyanures, Éthers, Furfurol, Morphine, Ouabaïne, Phénylhydrazine, Phénols, Pipérazine, Pipéridine, Ptomaïnes, Pyrocatéchine, Pyrogallol, Quinoléine, Quinones, Safranine, Succinique (Acide), Sucres* et *Thermochimie*.

Pages.

CHIMIE VÉGÉTALE. — Sur la préparation du gentianose ; par MM. *Ém. Bourquelot* et *L. Nardin* 280
— Synthèse de l'acide térébique ; par M. *E.-E. Blaise* 319
— Contribution à l'étude de l'oxydase des raisins. Son utilité dans la vinification ; par MM. *A. Bouffard* et *L. Semichon* 423
— Acide phyllocyanique et les phyllocyanates ; par M. *A. Guillemare* 426
— Sur l'oxydase du *Botrytis cinerea* ; par M. *J. Laborde* 536
— Sur les cholestérines des végétaux inférieurs ; par M. *E. Gérard* 909
— Sur la physiologie du gentianose ; son dédoublement par les ferments solubles ; par M. *Ém. Bourquelot* 1045
— Contribution à l'étude des matières albuminoïdes contenues dans les farines des légumineuses et des céréales ; par *E. Fleurent* 1374
— Nouvelle méthode de séparation du géraniol et du citronnellol ; par MM. *J. Flatau* et *H. Labbé* 1725
— Sur les acides des essences de Géranium ; par MM. *Flatau* et *Labbé* 1876
CHIRURGIE. — Rapport de M. *Lannelongue*, concluant à décerner le prix du baron Larrey à M. *Auffret*, pour ses travaux relatifs aux soins à donner aux blessés et aux naufragés des guerres maritimes 111
— Des greffes autoplastiques obtenues par la transplantation de larges lambeaux dermiques. De leur stabilité et des modifications tardives qu'elles subissent ; par M. *Ollier* 1252
— Des modifications subies par les lambeaux dermiques dans la greffe autoplastique et des conditions qui favorisent leur accroissement en surface ; par M. *Ollier* 1316
— De la création de nouvelles articulations entre des os normalement indépendants, dans les cas où les anciennes articulations, complètement détruites, ne peuvent être reconstituées. Cas de néarthrose cléido-humérale, obtenue

Pages.

par la fixation à la clavicule de l'extrémité flottante de la diaphyse humérale; par M. *Ollier*..... 1547

CHLORAL. — Action du chlorure d'aluminium et du chlore en présence du chlorure d'aluminium sur le chloral anhydre; par M. *A. Mouneyrat*..... 1519

CHLOROFORME. — Les inhalations de chloroforme déterminent-elles la production d'oxyde de carbone dans le sang? Note de M. *L. de Saint-Martin*..... 533

— Sur la décomposition partielle du chloroforme dans l'organisme; par MM. *A. Desgrez* et *M. Nicloux*..... 758

CHLORURES. — Action chlorurante du chlorure ferrique dans la série aromatique; par M. *V. Thomas*..... 1211

— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1382

— Action du chlore sur le chlorure d'éthylène en présence du chlorure d'aluminium. Chloruration de l'acétylène; par M. *A. Mouneyrat*..... 1805

CHROME ET SES COMPOSÉS. — Sur un nouveau siliciure de chrome; par M. *Zettel*..... 833

— Sur l'état où se trouvent le silicium et le chrome dans les produits sidérurgiques; par MM. *Ad. Carnot* et *Goutal*..... 1240

— Action de quelques carbonates sur l'acétate chromeux; par M. *G. Baugé*. 1566

CINCHONINE. — Sur les dérivés de la cinchonine; par M. *E. Grimaux*..... 575

— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 670

COLLÈGE DE FRANCE. — Liste de candidats présentés par l'Académie pour la chaire de Chimie minérale, vacante au Collège de France : 1° M. *Le Chatelier*, 2° M. *Joannis*..... 26

COMÈTES. — Rapport de M. *Janssen*, concluant à attribuer le prix Lalande à M. *Perrine*, pour ses découvertes sur les comètes..... 73

— Rapport de M. *Callandreau*, concluant à décerner le prix Valz à M. *Louis Fabry*, pour ses travaux sur les orbites des comètes..... 75

— Observations de la comète périodique de d'Arrest, faites à l'observatoire de Rio de Janeiro avec l'équatorial de $0^m,25$; par M. *L. Cruls*..... 380

— Observations de la comète Perrine (1898, mars 19), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest, de $0^m,305$ d'ouverture); par MM. *G. Bigourdan* et *G. Fayet*. 943

— Observation de la comète Perrine (1898, mars 19), faite au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux; par M. *L. Picart*..... 944

— Observations de la comète Perrine (1898, mars 19), faites à l'observatoire de Toulouse (équatorial Brunner); par M. *F. Rossard*..... 944

— Éléments de la comète Perrine; par M. *Lagarde*..... 945

— Observations de la comète Perrine, faites à l'observatoire d'Alger (équatorial coudé de $0^m,318$); par MM. *Rambaud* et *F. Sy*..... 1082

— Le retour de la première comète périodique de Tempel (1867, II) en 1898; par M. *R. Gautier*..... 1257

— Découverte d'une nouvelle comète, à l'observatoire de Nice; par M. *Giacobini*..... 1767

— Éléments provisoires de la comète Perrine (14 juin 1898); par M. *G. Fayet*..... 1767

— Observations de la comète Coddington, de la comète Perrine (14 juin 1898) et de la comète Giacobini, faites à l'observatoire de Toulouse à l'équatorial Brunner de $0^m,25$ d'ouverture; par M. *F. Rossard*..... 1767

— Observations des nouvelles comètes Coddington (1898, juin 18) et Giacobini (1898, juin 18), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest); par M. *G. Bigourdan*..... 1768

— Observations de la nouvelle comète Perrine (1898, juin 14), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest); par MM. *G. Bigourdan* et *G. Fayet*..... 1770

— Observations de la comète Coddington (11 juin 1898), faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux; par M. *L. Picart*..... 1771

— Sur la nouvelle comète Giacobini; par M. *Perrotin*..... 1843

— Observations de la comète Coddington, faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial de $0^m,188$; par MM. *Ch. Trépied* et *J. Revaux*..... 1850

Pages.

— Éléments de la comète Giacobini ; par MM. *I. Lagarde* 1851

COMMISSIONS SPÉCIALES. — MM. *Bornet* et *Darboux* sont élus membres de la Commission centrale administrative pour 1898 14

— Commission chargée de l'examen des questions concernant les effets et la propagation de la tuberculose..... 495

— Commission chargée de juger le concours du prix Francœur pour 1898. 1007

— Commission chargée de juger le concours du prix Poncelet pour 1898. 1007

— Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire pour 1898..... 1007

— Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Mécanique) pour 1898..... 1007

— Commission chargée de juger le concours du prix Plumey pour 1898. 1007

— Commission chargée de juger le concours du prix Lalande (Astronomie) pour 1898 1007

— Commission chargée de juger le concours du prix Valz (Astronomie) pour 1898 1008

— Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique) pour 1898 1008

— Commission chargée de juger le concours du prix Jecker (Chimie organique) pour 1898..... 1010

— Commission chargée de juger le concours du prix Wilde pour 1898..... 1125

— Commission chargée de juger le concours du prix Vaillant pour 1898.... 1125

— Commission chargée de juger le concours du prix Desmazières pour 1898..... 1125

— Commission chargée de juger le concours du prix Montagne pour 1898. 1125

— Commission chargée de juger le concours du prix La Fons-Mélicocq pour 1898..... 1125

— Commission chargée de juger le concours du prix Thore pour 1898. 1125

— Commission chargée de juger le concours du prix Savigny pour 1898. 1125

— Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) pour 1898..... 1125

— Commission chargée de juger le concours du prix Bréant pour 1898. 1125

Pages.

— Commission chargée de juger le concours du prix Godard pour 1898. 1126

— Commission chargée de juger le concours du prix Barbier pour 1898. 1182

— Commission chargée de juger le concours du prix Lallemand pour 1898. 1182

— Commission chargée de juger le concours du prix du baron Larrey pour 1898..... 1182

— Commission chargée de juger le concours du prix Bellion pour 1898. 1182

— Commission chargée de juger le concours du prix Mège pour 1898. 1182

— Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Physiologie expérimentale) pour 1898..... 1182

— Commission chargée de juger le concours du prix Philippeaux (Physiologie expérimentale) pour 1898. 1182

— Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Arts insalubres) pour 1898..... 1182

— Commission chargée de juger le concours du prix Trémont pour 1898. 1183

— Commission chargée de juger le concours du prix Gegner pour 1898. 1183

— Commission chargée de juger le concours du prix Delalande-Guérineau pour 1898 1256

— Commission chargée de juger le concours du prix Jérôme-Ponti pour 1898..... 1256

— Commission chargée de juger le concours du prix Leconte pour 1898... 1256

— Commission chargée de juger le concours du prix Tchihatchef pour 1898. 1256

— Commission chargée de juger le concours du prix Houllevigue pour 1898 1256

— Commission chargée de juger le concours du prix Cahours pour 1898. 1256

— Commission chargée de juger le concours du prix Saintour pour 1898. 1256

— Commission chargée de juger le concours du prix Kastner-Boursault pour 1898..... 1256

— Commission chargée de juger le concours du prix Estrade-Delcros pour 1898 1256

— Commission chargée de juger le concours du grand prix des Sciences mathématiques pour 1898..... 1322

— Commission chargée de juger le concours du prix Bordin (Sciences ma-

Pages.

thématiques) pour 1898..... 1322
— Commission chargée de juger le concours du prix Damoiseau pour 1898. 1322
— Commission chargée de juger le concours du prix Fourneyron pour 1898..... 1322
— Commission chargée de juger le concours du prix Pourat pour 1898. 1322
— Commission chargée de juger le concours du prix Gay pour 1898..... 1322
— Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques (prix du Budget) pour 1900..... 1322
— Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences mathématiques) pour 1900..... 1322
— Commission chargée de présenter une question de prix Gay pour 1900.. 1322
— Commission chargée de présenter une question du prix Pourat pour 1900.. 1322
— MM. *Maurice Lévy* et *Mascart* sont élus membres d'une Commission chargée de la vérification des comptes pour l'année 1897..... 1486
— Commission chargée de présenter des candidats pour le prix Lecoute..... 1696

CYANURES. — Sur un mode de formation synthétique du carbonylferrocyanure de potassium; par M. *J.-A. Muller*.. 1521

D

DÉCÈS DE MEMBRES ET CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE. — Notice sur la vie et les travaux de M. *d'Abbadie;* par M. *Hatt*..... 173
— Note accompagnant la présentation de la Notice « Sur l'œuvre scientifique de H. Fizeau »; par M. *A. Cornu*..... 369
— M. le *Président* annonce à l'Académie la mort de M. *Jean-Albert Gauthier-Villars*..... 453
— M. le *Président*, M. *J. Bertrand*, Secrétaire perpétuel, et M. *G. Darboux* rappellent les titres de M. Gauthier-Villars à la reconnaissance du monde savant..... 453
— M. le *Président* annonce à l'Académie la mort de M. *Aimé Girard*, Membre de la Section d'Économie rurale..... 1059
— M. *Th. Schlœsing* rappelle brièvement la vie et les travaux de M. *Aimé Girard*..... 1059
— M. le *Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie la mort de M. *Demontzey*, Correspondant de la Section d'Économie rurale..... 1179
— M. le *Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie la mort de M. *Souillart*, Correspondant pour la Section d'Astronomie..... 1381
— M. le *Président* se fait l'interprète des regrets de l'Académie..... 1383
— Notice sur M. *Souillard*, Correspondant pour la Section d'Astronomie; par M. *O. Callandreau*..... 1455
— M. le *Secrétaire perpétuel* annonce la mort de M. *Paul Serret*..... 1850

DIAMANTS. — M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Ouvrage de M. *L. de Launay* sur « Les diamants du Cap »..... 1183

DIPHTÉRIE. — Influence de la voie et du mode d'introduction sur le développement des effets immunisants du sérum antidiphtérique; par M. *S. Arloing*.. 1179

E

ÉCLAIRAGE. — Étude expérimentale de l'éclat des projecteurs de lumière; par MM. *A. Blondel* et *J. Rey*..... 404
— Sur la température des lampes à incandescence; par M. *P. Janet*..... 734
— Sur la vitrification des manchons à incandescence; par MM. *H. Le Chatelier* et *O. Boudouard*..... 1861
— Sur un nouvel étalon lumineux; par M. *Ch. Féry*..... 1192

ÉCLIPSES. — L'*Observatoire de mont Hamilton* envoie deux photographies de l'éclipse totale de Soleil du 21 janvier 1898..... 1401

ÉCONOMIE RURALE. — Sur les pertes d'ammoniaque qui accompagnent la fabrication du fumier de ferme; par M. *P.-P. Dehérain*..... 1361

Pages.

— Recherches sur le développement progressif de la grappe de raisin; par MM. *Aimé Girard* et *Lindet*..... 1310
— Sur la répartition du gluten et de ses principes immédiats dans l'amande farineuse du grain de froment; par M. *E. Fleurent*..... 1592
— Sur l'emploi des engrais en Horticulture; par MM. *Alexandre Hébert* et *G. Truffaut*..... 1831
— M. *Willot* adresse un Mémoire « Sur la destruction des Nématodes et de tous les insectes qui se trouvent dans le sol, le Phylloxera compris »..... 1850
Voir aussi *Chimie agricole, Viticulture, Vins.*

ÉLECTRICITÉ. — Rapport de M. *Cornu,* concluant à décerner le prix Gaston Planté à M. *André Blondel,* pour l'ensemble de ses travaux..... 133
— Contribution à l'étude des fours électriques; par MM. *Gin* et *Leleux*.... 236
— Sur l'ampèremètre thermique à mercure; par M. *Ch. Camichel*..... 240
— Sur l'ampèremètre thermique à mercure, ses applications industrielles : nouvel étalon de force électromotrice; par M. *Charles Camichel*..... 1028
— Sur la résistance électrique du silicium cristallisé; par M. *Fernand Le Roy*.. 244
— Sur le résonateur de Hertz; par M. *Alfred Turpain*..... 418
— Mesure directe de la période des oscillations hertziennes; par M. *L. Décombe*..... 518
— Sur un nouvel interrupteur pour les bobines d'induction; par M. *V. Crémieu*..... 523
— Influence du fer doux sur le carré moyen de la différence de potentiel aux extrémités d'une bobine parcourue par un courant de haute fréquence; par M. *H. Pellat*..... 731
— Sur la température des lampes à incandescence; par M. *P. Janet*..... 734
— Quelques propriétés des cathodes placées dans un champ magnétique puissant; par M. *André Broca*..... 736
— De l'énergie d'un système électrisé, considérée comme répartie dans le diélectrique; par MM. *H. Pellat* et *P. Sacerdote*..... 817
— Sur la conductibilité électrique des lames minces d'argent et l'épaisseur

Pages.

des couches dites *de passage*; par M. *Vincent*..... 820
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 930
— Quelques propriétés des décharges électriques produites dans un champ magnétique. Assimilation au phénomène de Zeeman; par M. *André Broca*... 823
— Sur le champ hertzien; par M. *Albert Turpain*..... 959
— M. *L. Lagarde* soumet au jugement de l'Académie divers appareils électriques dont il donne la description..... 1010
— Sur les déformations qu'éprouve un diélectrique solide lorsqu'il devient le siège d'un champ électrique; par M. *Paul Sacerdote*..... 1019
— Sur la conductibilité électrique des solutions de permanganate de potassium; par M. *Emmanuel Legrand*..... 1025
— Sur la résonance multiple; par M. *Louis Décombe*..... 1027
— Sur le passage des ondes électriques d'un conducteur à un autre; par M. *C. Gutton*..... 1092
— Sur le transport des variations lumineuses au moyen d'un fil conducteur de l'électricité; par M. *Dussaud*.... 1132
— Sur les forces électromotrices thermoélectriques dans le bismuth cristallisé; par M. *Louis Perrot*..... 1194
— Sur la constitution de l'étincelle explosive dans un diélectrique liquide; par M. *L. Décombe*..... 1197
— Poste récepteur pour la télégraphie hertzienne sans fil; par M. *E. Ducretet*..... 1266
— Sur la conductibilité électrique des solutions de permanganate de potassium; par M. *G. Bredig*..... 1269
— M. le *Secrétaire perpétuel* rappelle à ce sujet les travaux de M. *Bouty*..... 1269
— Sur une propriété des écrans fluorescents; par M. *P. Villard*..... 1414
— Sur un nouvel électrodynamomètre absolu; par M. *Marcel Deprez*..... 1608
— Sur la décharge d'une bouteille de Leyde; par M. *R. Swyngedauw*..... 1628
— Comparaison du champ hertzien dans l'air et dans l'huile; par M. *Albert Turpain*..... 1630
— Sur les résonateurs et sur l'effluve de résonance; par M. *Oudin*..... 1632
— Sur la mesure directe d'une quantité

Pages.

d'électricité en unités électromagnétiques; application à la construction d'un compteur d'électricité; par M. *R. Blondlot* 1691
— Sur la résistance électrique des aciers; par M. *H. Le Chatelier*.... 1709 et 1780
— Sur le redressement des courants alternatifs; par M. *P. Janet* 1785
— Sur la multiplication paradoxale de la décharge dérivée d'un condensateur; par M. *R. Swyngedauw* 1788
— Résistance du corps humain dans la période d'état variable du courant galvanique; par M. *Dubois* 1790
Voir *Rayons cathodiques* et *Rayons X*.
Électrochimie. — Actions chimiques exercées par l'effluve électrique. Méthodes; par M. *Berthelot* 561
— Actions chimiques exercées par l'effluve électrique sur les composés organiques. Systèmes gazeux. Carbures d'hydrogène et azote; par M. *Berthelot* 567
— Actions chimiques de l'effluve électrique. Oxydes de carbone et azote. Systèmes gazeux; par M. *Berthelot*.. 669
— Actions chimiques de l'effluve électrique. Alcools et dérivés éthérés, en présence de l'azote; par M. *Berthelot*. 616
— Actions chimiques exercées par l'effluve électrique. Les aldéhydes et l'azote; par M. *Berthelot* 671
— Actions chimiques de l'effluve. Acides organiques et azote; par M. *Berthelot*. 681
— Observations relatives à l'action chimique de l'effluve sur les diélectriques liquides; par M. *Berthelot* 691
— Actions chimiques de l'effluve électrique. Composés azotés en présence de l'azote libre; par M. *Berthelot* 775
Émeraude. — Sur le traitement industriel de l'émeraude au four électrique; par M. *P. Lebeau* 1201
Errata. — 252, 368, 451, 670, 774, 862, 930, 992, 1057, 1177, 1234, 1382, 1454, 1538, 1682, 1836.
Étoiles filantes. — Étoiles filantes des mois de novembre et décembre 1847, observées à Basse-Terre (Guadeloupe); par M. *Ch. Duprat* 301
Éthers. — Sur les éthers isocyaniques et la chaleur de formation de l'acide cyanique liquide; par M. *P. Lemoult*... 43
— Sur deux modes de décomposition de quelques éthers sulfocyaniques; par M. *Oechsner de Coninck* 83
— Sur quelques éthers oxydes du β-naphtol; par M. *F. Bodroux* 840
— Sur les diéthers phosphoriques; par M. *J. Cavalier* 1014
— Sur les monoéthers phosphoriques, par M. *J. Cavalier* ..... 1140 et 1182
— Nouvelles réactions des alcools tertiaires et de leurs éthers; par M. *G. Denigès* 1277
— Sur un mode général de préparation des éthers carboniques mixtes de la série grasse et de la série aromatique; par M. *P. Cazeneuve* et *Albert Morel*... 1879

F

Fer. — Recherches sur l'état où se trouvent le soufre et le chrome dans les produits sidérurgiques; par MM. *A. Carnot* et *Goutal* 1240
— Sur la cémentation du fer à la température ordinaire, par M. *A. Pellat*.. 1338
— Sur la microstructure des alliages de fer et de nickel; par M. *Fr. Osmond* 1552
Fermentation. — Sur la stérilisation des liquides par filtration; par M. *J. Hausser* 844
— M. *S. Leroux* adresse un Mémoire « Sur l'influence de la hauteur d'une colonne de liquide sucré, pendant sa fermentation » 47
Voir aussi : *Bactériologie*.
Furfurol. — Formation du furfurol par la cellulose et ses dérivés oxy et hydro; par M. *Léo Vignon* 1315

G

Pages.

Gaz. — Sur le mélange des gaz; par M. *A. Leduc* 218

— Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes; par M. *Th. Schlœsing*..... 220

— Sur la loi du mélange des gaz; par M. *Paul Sacerdote* 338

— Sur la composition de l'air en divers lieux et la densité des gaz; par M. *A. Leduc*..... 413

— Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes; par M. *Th. Schlœsing* fils..... 476 et 896

— Sur la détermination rigoureuse des poids moléculaires des gaz, en partant de leurs densités et de l'écart que celles-ci présentent par rapport à la loi de Mariotte; par M. *Daniel Berthelot*..... 954

— Comparaison des valeurs des poids atomiques de l'hydrogène, de l'azote et du carbone, déduites de données physiques, avec les valeurs déduites de l'analyse chimique; par M. *Daniel Berthelot*..... 1030

— M. *G. Marqfoy* adresse une réclamation de priorité à l'occasion de la Note de M. Daniel Berthelot..... 1233

— Réponse de M. *Daniel Berthelot* à cette réclamation..... 1262

— Sur les poids moléculaires des gaz facilement liquéfiables; par M. *Daniel Berthelot*..... 1415

— Sur la liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium; par M. *James Dewar*..... 1408

— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1538

— Récapitulation des poids atomiques calculés par la méthode des densités limites; par M. *Daniel Berthelot*..... 1501

— Sur la détermination des poids moléculaires des gaz; par M. *Marqfoy*..... 1504

— Sur un nouvel élément constitutif de l'air atmosphérique; par MM. *W. Ramsay* et *Morris-W. Travers*..... 1610

— Observations de M. *Berthelot* au sujet de cette Communication..... 1613

— L'air liquide; Note de M. *d'Arsonval*.. 1683

— Sur le mélange des gaz; par M. *Daniel Berthelot*..... 1703

Pages.

— Sur le mélange des gaz; par M. *Van der Waals*..... 1856

— Sur le mélange des gaz; par M. *Daniel Berthelot*..... 1857

— Sur le mélange des gaz; par M. *A. Leduc*..... 1859

— Nouveaux gaz de l'air atmosphérique; Note de MM. *Ramsay* et *Travers*... 1762

— Sur la chaleur spécifique de l'air à pression constante; par M. *A. Leduc*. 1166

Géodésie. — M. *E. Pain* adresse une Note relative à un instrument géodésique « L'opérateur rapide », pour levés de plans, nivellements, tracés d'épures, etc..... 191

— M. *Faye* présente le « Cours de Géodésie pratique » de M. le colonel *Witkowsky*..... 316

— M. *L. Mayou* adresse une Note relative à la grande pyramide d'Égypte, considérée comme ayant été, à son origine, un monument géodésique... 560

Géographie. — Rapport de M. *Marcel Bertrand*, concluant à décerner le prix Tchatchell à M. *Obrutchew*, pour les résultats obtenus par ses voyages d'exploration dans l'Asie centrale..... 151

— M. *J. de Shokalsky* adresse des Cartes de la partie de l'Océan boréal depuis les côtes de Laponie jusqu'à l'embouchure du Yénissey, et une brochure intitulée : « Les recherches des Russes de la route maritime de Sibérie »... 454

— L'expédition au Groenland de la Société de Géographie de Berlin; Note de M. *Marcel Bertrand*..... 805

Géologie. — Rapport de M. *Marcel Bertrand*, concluant à décerner le prix Delesse à M. *Ohlert*, pour ses travaux de Paléontologie et de Stratigraphie. 93

— Rapport de M. *Fouqué*, concluant à décerner le prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) à M. *Gosselet*, pour ses travaux de Géologie..... 129

— Sur les gisements de minerais de fer oolithiques du nouveau bassin de Briey (Meurthe-et-Moselle); par M. *Georges Rolland*..... 285

— Sur les avens de Sauve (Gard) et la

Pages.

forme des réservoirs des sources en terrains calcaires; par MM. *E.-A. Martel* et *A. Viré*..... 290
— Sur le Callovien de la Woevre; par M. *René Nicklès*..... 362
— Sur l'âge de graviers quaternaires de Villefranche (Rhône); par M. *Caillard*..... 447
— Sur le poudingue de l'Amône dans le val Ferret suisse; par MM. *Duparc* et *F. Pearce*..... 551
— Sur l'origine des nappes de recouvrement de la région de l'Ubaye; par MM. *W. Kilian* et *E. Haug*..... 554
— Sur quelques phénomènes d'érosion et de corrosion fluviales; par M. *Jean Brunhes*..... 557
— Contribution à la géologie du bas Sénégal; par M. *Stanislas Meunier*..... 666
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 774
— L'expédition au Groenland de la Société de Géographie de Berlin; Note de M. *Marcel Bertrand*..... 805
— Tectonique de la région secondaire et montagneuse comprise entre les vallées de l'Ouzom et d'Aspe (Basses-Pyrénées); par M. *L. Seunes*..... 915
— Sur un tuf quaternaire reconnu à Montigny, près Vernon; par M. *Gustave-F. Dollfus*..... 1369
— Sur l'éboulement de Saint-Pierre-de-Livron et les infiltrations des plateaux de tuf, par M. *E.-A. Martel*..... 1371
— Allure des couches paléozoïques sur le versant méridional de la Montagne-Noire; par M. *J. Bergeron*..... 1675
— Un plissement remarquable à l'ouest du Massif central de la France; par M. *Ph. Glangeaud*..... 1737
— Les plissements de l'Aurès et les formations oligocènes dans le sud de Constantine; par M. *E. Ficheur*..... 1826
— Sur de nouvelles sources de pétrole au Caucase; par M. *Vénukoff*..... 1740
— M. *V. de Ziegler* adresse un Mémoire relatif à la répartition des mers et de la terre ferme sur le globe terrestre. 1056

Voir aussi | *Minéralogie*, *Paléontologie*, *Pétrographie* et *Hydrologie*.

Géométrie. — Sur la représentation conforme d'une surface sur une autre; par M. *G. Sonière*..... 30
— Sur les systèmes de surfaces triplement orthogonales, où les surfaces d'une même famille admettent la même représentation sphérique de leurs lignes de courbure; par M. *Maurice Fouché*. . 210
— Sur le fondement de la Géométrie projective; par M. *Zeuthen*..... 913
— Sur la réduction des intégrales doubles et sur un nouvel invariant dans la théorie des surfaces algébriques; par M. *Émile Picard*..... 798
— Sur les relations entre les éléments infinitésimaux de deux figures homographiques ou corrélatives; par M. *A. Demoulin*..... 890
— Sur les surfaces applicables sur une surface de révolution; par M. *A. Pellet*..... 892
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Mémoire de M. *Frederico Amodeo*, intitulé : Curve k-gonali di s^imo specie. 901
— Sur les surfaces qui admettent un groupe infini discontinu de transformations birationnelles; par M. *P. Painlevé*..... 510
— Sur une extension de la méthode de quadrature de Gauss; par M. *Henri Bourget*..... 631
— M. le *Président* présente à l'Académie une Note imprimée du P. *Kruger* « Sur l'ellipsoïde de Jacobi »..... 715
— Sur l'ellipsoïde de Jacobi; par le P. *S. Krüger*..... 1126
— M. *S. Kantor* adresse une réclamation de priorité à l'occasion de plusieurs Notes de M. *Paul Serret*, insérées en 1897 dans les *Comptes rendus*..... 928
— Nouvelles expressions des éléments d'un système orthogonal par les fonctions thêta de deux arguments et leur application à la Dynamique; par M. *E. Jahnke*..... 1013
— Sur l'impossibilité de certaines séries de groupes de points sur une surface algébrique; par M. *Émile Picard*... 1183
— Sur la correspondance quadratique et rationnelle de deux figures planes, et sur un déplacement remarquable; par M. *Ernest Duporcq*..... 1405
— Quelques remarques relatives aux périodes des intégrales doubles et aux cycles à deux dimensions dans les surfaces algébriques; par M. *Émile Picard*..... 1457
— Sur les surfaces minima; par M. *C.*

Pages.

Guichard..... 1487
— Sur les surfaces à courbure totale constante; par M. *C. Guichard*. 1556 et 1616
— Le groupe d'équivalence et ses bases cinématiques; par M. *Jules Andrade*. 1775
— Détermination d'une surface par ses deux formes quadratiques fondamentales; par M. *L. Raffy*..... 1852
— Sur le principe de correspondance; par M. *H. Burkhardt*..... 1854
— M. *Jules Morier* adresse un Mémoire ayant pour titre : « Essais sur les divisibilités de la circonférence »..... 1380
— M. *G. Perry* adresse une Note intitulée : « De la Géométrie à quatre variables en Biologie »..... 1745
Voir aussi : *Analyse mathématique.*

Glucinium. — Préparation du glucinium par électrolyse; par M. *P. Lebeau*.. 744
— Sur l'iodure de glucinium; par M. *P. Lebeau*..... 1272
— Sur un borocarbure de glucinium; par M. *P. Lebeau*..... 1347
— Sur la préparation et les propriétés du fluorure de glucinium anhydre et de l'oxyfluorure de glucinium; par M. *P. Lebeau*..... 1418

Grisou. — Sur l'explosion des mélanges grisouteux par l'étincelle électrique. Principe de la dérivation du courant; par MM. *H. Couriot* et *J. Meunier*.. 750 et 901
— Sur l'influence de la self-induction dans l'explosion des mélanges de grisou et d'air par l'étincelle électrique; par MM. *H. Couriot* et *J. Meunier*..... 1134

H

Histoire des Sciences. — M. *de Jonquières* offre à l'Académie la lettre autographe de *Gauss* dont il avait communiqué le texte, le 13 avril 1896. 1011
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Ouvrage intitulé : « Œuvres mathématiques de *Riemann* », traduites par *L. Laugel*, avec une préface de M. *Hermite* et un discours de M. *Félix Klein*. 1766

Hydrodynamique. — De la propagation et de la déformation de l'onde-marée qui remonte dans les fleuves; par M. *Partiot*..... 1613
— Sur un cas particulier du mouvement des liquides; par M. *E. Fontaneau*.. 630
— Sur un nouvel appareil destiné à l'élévation des liquides; par M. *G. Trouvé*. 1097

Hydrologie. — Régime du bassin artésien de l'Oued Rir' (Sud algérien) et moyens de mieux utiliser ses eaux d'irrigation; par M. *Georges Rolland*..... 1589
— Sur les lacs de la Roche-de-Rame (Hautes-Alpes), du Lauzet (Basses-Alpes), de la Roquebrussanne et de Tourves (Var); par M. *André Delebecque*..... 1890

Hygiène publique. — Sur la stérilisation des liquides par filtration; par M. *J. Hausser*..... 844
— Sur un appareil destiné à aérer l'eau distillée ou bouillie; par M. *Maillet*.. 1501
— M. *Delahousse* adresse un Mémoire intitulé : « Hygiène des grandes industries : Porcelaine, Cordonnerie, Couture »..... 1555
Voir aussi : *Alimentaires* (*matières*).

I

Incendies. — M. *J. Magnenant* soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un « rideau hydraulique de sûreté »..... 583

Infectieuses (maladies). — Production de godets faviques par l'inoculation à l'homme et à la souris d'un Tricophyton pyogène; par MM. *Sabrazès* et *Brengues*..... 1160
Voir aussi : *Cancer, Diphtérie, Eage, Tuberculose, Venins.*

Iodures. — Sur un iodure de tungstène; par M. *Ed. Defacqz*..... 962

I.

Pages.

LATITUDES. — Rapport sur un Mémoire de M. *Gounessiat*, intitulé : « Recherches sur la loi des variations de latitude »; par M. *Radau* 710

LITHIUM. — Sur la chaleur de formation du carbure de lithium; par M. *Güntz*. 1866

LOCOMOTION. — La Chronophotographie appliquée à l'étude des actes musculaires dans la locomotion; par M. *Marey* 1467

— *Errata* se rapportant à cette Communication 1836

LUNE. — Études photographiques sur quelques parties de la surface de la Lune; par MM. *Lœwy* et *Puiseux*... 1539

— Nouvelles études photographiques sur la surface de la Lune; par MM. *Lœwy* et *Puiseux* 1603

M

MACHINES A VAPEUR. — Rapport de M. *Guyou* concluant à attribuer un encouragement, dans le concours du prix Plumey, à M. *Brillé* et à M. *J.-B. Girard*, pour leurs travaux sur les chaudières à vapeur..... 72

MAGNÉTISME. — Recherches sur les propriétés magnétiques des aciers au nickel; par M. *Eugène Dumont*..... 741

— Nouvelle méthode pour la mesure de l'intensité des champs magnétiques; par M. *E. Bouty*..... 238

— Sur la géométrie des champs magnétiques et le mouvement à deux degrés de liberté dans le plan ou sur la sphère; par M. *René de Saussure*... 325

— Transparence du bismuth dans un champ magnétique; par M. *H. Buisson* 462

— Des cycles de torsion magnétique et de la torsion résiduelle du fer doux; par M. *G. Moreau*..... 463

— Remarque de M. *H. Bouasse* sur cette Note de M. Moreau 585

— Sur une analogie d'action entre les rayons lumineux et les lignes de force magnétique; par M. *Birkeland*..... 586

— Sur les cycles de torsion magnétique d'un fil d'acier; par M. *G. Moreau*.. 1264

— Sur l'aimantation plane de la pyrrhotine; par M. *Pierre Weiss*..... 1099

MAGNÉTISME TERRESTRE. — Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1898; par M. *Th. Moureaux*..... 234

— M. *Mascart* informe l'Académie de la découverte, faite par M. *Leïst*, d'un pôle magnétique à Kotchétovka (Russie)..... 1380

MANGANÈSE. — Recherche et dosage rapides du manganèse dans les plantes et les terres végétales par une méthode colorimétrique; par M. *P. Pichard*..... 550

— Contribution à la recherche du manganèse dans les minéraux, les végétaux et les animaux; par M. *P. Pichard*.. 1882

MARÉES. — M. *Maurice Lévy* présente la première des Leçons qu'il a professées au Collège de France, en 1893-1894 « Sur la théorie des Marées »..... 1007

— Expression des coefficients de la marée au moyen d'une somme de termes périodiques; par M. *Hatt*..... 1111

MÉCANIQUE. — Sur la vitesse de propagation d'un mouvement dans un milieu en repos; par M. *P. Vieille*..... 31

— Sur certaines intégrales premières des équations de la Dynamique à deux variables; application à un cas particulier du problème des trois corps; par MM. *J. Perchot* et *W. Ebert*... 725

— Sur les équations de la théorie de l'élasticité; par MM. *Eugène* et *François Cosserat* 1089

— Sur le mouvement d'un corps grave de révolution, suspendu par un point de son axe; par M. *E. Jahnke* 1196

— Sur les fonctions potentielles de la théorie de l'élasticité; par MM. *Eugène* et *François Cosserat* 1199

— Sur la stabilité de l'équilibre; par M. *L. Lecornu*..... 1555

— Rapport de M. *Maurice Lévy* sur un

Pages.

Mémoire de M. *Lecornu*, intitulé : « Sur l'équilibre d'une enveloppe ellipsoïdale soumise à une pression intérieure uniforme » 1844

— M. *Louis Thénard* adresse un Mémoire intitulé : « Principe universel des forces » 1401

Voir aussi *Hydrodynamique*.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — Rapport de M. *Sarrau*, dans le concours du prix extraordinaire de six mille francs, concluant à décerner un prix à MM. *Gossot* et *Liouville*, pour leur Mémoire sur les vibrations élastiques et la résistance des canons..... 68

— Rapport de M. *Maurice Lévy*, concluant à partager le prix de Mécanique (fondation Montyon) entre MM. *Bourguin*, *Pavie* et *Pigache*, pour la mise en exploitation du système de halage mécanique des bateaux 71

— Loi de déformation des métaux industriels; par M. *Marcel Brillouin*..... 328

— Sur les déformations permanentes et la rupture des métaux; par M. *G.-A. Faurie*..... 400

— Sur la flexion des pièces épaisses; par M. *Ribière* 402

— Sur un mode de comparaison des courbes de torsion; par M. *Bouasse*. 466

— Déformation des métaux; essai d'une théorie; par M. *Mesnager*.. 379 et 515

— Sur la déformation des pièces comprimées et la stabilité des grandes charpentes; par M. *A. Bérard*..... 1008

— Sur la résistance des massifs épais; par M. *Ribière* 1190

— Sur la légitimité de la règle dite *du trapèze*, dans l'étude de la résistance des barrages en maçonnerie; par M. *Maurice Lévy*..... 1235

— Sur la détermination des courbes terminales des spiraux; par MM. *Ch.-Ed. Guillaume* et *J. Pettavel*..... 1492

Voir aussi *Moteurs*.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — Sur le développement approché de la fonction perturbatrice; par M. *H. Poincaré* 370

— Sur le développement de la fonction perturbatrice; par M. *Adrien Féraud*..... 1402

— Relations de commensurabilité entre les moyens mouvements des satellites de Saturne; par M. *Jean Mas-*

Pages.

cart 1260

— Rapport de M. *Callandreau*, concluant à décerner le prix Valz à M. *Louis Fabry*, pour ses travaux sur les orbites des comètes..... 73

MÉDECINE. — Rapport de M. *Potain*, sur le concours du prix de Médecine (fondation Montyon) 103

— Rapport de M. *Bouchard*, sur le concours du prix Barbier 106

— Rapport de M. *Potain*, sur le concours du prix Bréant 106

— M. le *Secrétaire perpétuel* signale une Brochure de M. *Paul Fabre* intitulée : « Coup d'œil sur la Géographie médicale »..... 1615

— Sur les malades rapatriés par les navires affrétés du Commerce et les transports-hôpitaux de l'État; par M. *Bonnafy* 1680

— M. *Ch. Durr* adresse divers Mémoires relatifs à des questions de Médecine. 1766

Voir aussi *Physiologie pathologique*.

MÉTÉOROLOGIE. — Sur les observatoires météorologiques de l'océan Atlantique; Note de *S. A. S. Albert Ier*, Prince de Monaco..... 373

— Remarques de M. *Mascart*, au sujet de cette Communication 374

— M. *Mascart* présente à l'Académie différentes publications du *Meteorological office* de Londres 583

— M. *Ch.-V. Zenger* adresse une Note intitulée : « Observations météorologiques de novembre 1897; les minima de pression atmosphérique »..... 493

— M. *Zenger* adresse un Résumé des observations météorologiques du mois de janvier 1898..... 1056

— M. le *Secrétaire perpétuel* signale le « Bulletin météorologique du département de l'Hérault, pour l'année 1897 ». 1487

Voir aussi *Physique du globe*.

MÉTRIQUE (SYSTÈME). — M. le *Secrétaire perpétuel* signale une brochure de M. *Jules Michel* intitulée : « Le centenaire du mètre. Les précurseurs du Système métrique et les mesures internationales »..... 631

MINÉRALOGIE. — Sur le sulfate anhydre de calcium produit par la déshydratation complète du gypse; par M. *A. Lacroix* 360

— Sur le polymorphisme de la fluorine;

Pages.

par M. *Fréd. Wallerant*..... 494
— Sur la formation d'anhydride par calcination du gypse à haute température; par M. *A. Lacroix*..... 553
— Sur la ktypéite, nouvelle forme de carbonate de calcium, différente de la calcite et de l'aragonite; par M. *A. Lacroix*..... 602
— Sur les anomalies optiques et le polymorphisme; par M. *Fréd. Wallerant*..... 664
— Sur les formes cristallines de l'oligiste du puy de la Tache (mont Dore); par M. *F. Gonnard*..... 1048
— Sur les minéraux des fumerolles basaltiques de Royat (Puy-de-Dôme); par MM. *A. Lacroix* et *P. Gautier*..... 1529
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1836

Pages.

— Sur l'apatite de certaines enclaves granulitiques du Chuquet-Genestoux (Puy-de-Dôme); par MM. *A. Gonnard* et *Adelphe*..... 1532
— Sur le polymorphisme; par M. *Fréd. Wallerant*..... 1586
— Sur les formes cristallines du quartz des géodes de Meylan (Isère); par M. *Ferdinand Gonnard*..... 1731
Voir aussi *Pétrographie*.

Morphine et ses dérivés. — Sur les dérivés bromés de la morphine; par M. *H. Causse*..... 1799

Moteurs. — Moteurs à combustion et haute compression; par M. *A. Witz*. 957
— M. *Laloux* adresse un Mémoire sur un « Moteur rotatif ou turbine à vapeur et à gaz divers »..... 1056

N

Navigation. — Rapport de M. *Guyou* (concours du prix extraordinaire de six mille francs), concluant à décerner un prix à M. *Decante*, pour les services que rendront à la Navigation ses Tables d'azimut..... 69
— Et un autre à M. *Chéron*, pour ses recherches sur diverses questions intéressant les navires sous-marins... 70
— M. *L. Pesce* prie l'Académie de renvoyer son Ouvrage sur la « Navigation sous-marine » à l'examen de l'une des Commissions de prix..... 27
— M. *Ad. Challe* adresse un projet destiné à éviter les abordages en mer, par temps brumeux..... 379 et 875
— M. *Maurice Lévy* fait hommage à l'Académie de la première Partie de son « Étude sur les moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux », rédigée en collaboration avec M. *Pavie*..... 1125

Navigation aérienne. — M. *Souilhagon* adresse diverses Communications relatives à la Navigation aérienne..... 195
— M. *O. Jénin* adresse un Mémoire relatif à l'emploi de l'hydrogène pour le gonflement des aérostats..... 631
— M. *Chantron* adresse un complément à sa théorie de l'aviation..... 631
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale : « L'Aérophile », publication de MM. *Georges Besançon* et *Wilfrid de Fonvielle*..... 809
— M. *A. Ponchel* adresse une Note relative à la construction d'un aérostat..... 875
— M. *Ad. Schott* adresse un Mémoire sur la direction des aérostats..... 1082
— MM. *Pellier* adressent une Note sur le « problème de l'aviation »..... 1402
— M. *Delaurier* adresse des « Recherches sur la navigation aérienne sans ballons »..... 1486
— Sur des appareils d'aviation; Note de M. *Ader*..... 1553
Voir aussi *Physique du globe*.

Nébuleuses. — Sur quelques photographies de nébuleuses, obtenues à l'observatoire de Meudon; par M. *A. Rabourdin*..... 380
— Remarques sur la Communication de M. *Rabourdin*, et sur la méthode propre à donner des nébuleuses des images comparables; par M. *J. Janssen*..... 383

Néodyme. — Sur le néodyme; par M. *O. Boudouard*..... 900
— Sur le spectre et la nature du néodyme; par M. *Eug. Demarçay*..... 1039

Nickel. — Recherches sur les aciers au nickel; par M. *Ch.-Ed. Guillaume*.. 758

Pages.

— Recherches sur les propriétés magnétiques des aciers au nickel; par M. *Eugène Dumont* 741
— Sur la microstructure des alliages de fer et de nickel; par M. *Fr. Osmond.* 1352

O

Optique. — Sur quelques résultats nouveaux relatifs au phénomène découvert par M. le Dr *Zeeman;* par M. *A. Cornu* 181
— *Errata* se rapportant à cette Communication 368
— Observations relatives à la Communication de M. Cornu; par M. *Henri Becquerel* 187
— Addition à la Note précédente sur le phénomène de Zeeman; par M. *A. Cornu* 300
— Du rôle de la diffraction dans les effets obtenus avec les réseaux ou trames photographiques; par M. *Ch. Féry* .. 333
— Étude expérimentale de l'éclat des projecteurs de lumière; par MM. *A. Blondel* et *J. Rey* 404
— Étude de quelques radiations par la spectroscopie interférentielle; par MM. *A. Perot* et *Ch. Fabry* 407
— Sur des lunettes autocollimatrices à longue portée et un vérificateur optique des lignes et surfaces de machines; par M. *Ch. Devé* 636
— Recherches de précision sur la dispersion infra-rouge du quartz; par M. *E. Carvallo* 728
— Recherches de précision sur la dispersion infra-rouge du spath d'Islande; par M. *E. Carvallo* 950
— Contribution à l'étude du phénomène de Zeeman; par M. *Henri Becquerel* et *H. Deslandres* 997
— Sur un nouvel étalon lumineux; par M. *Ch. Féry* 1192
— Sur une méthode de détermination du numéro d'ordre d'une frange d'ordre élevé; par M. *Ch. Fabry* et *A. Perot* ..... 1561 et 1624
— Sur le pouvoir rotatoire du quartz dans l'infra-rouge; par M. *R. Dongier* 1627
— Sur l'étude des radiations du mercure et mesure de leurs longueurs d'onde; par MM. *Ch. Fabry* et *A. Pérot* 1706

Pages.

Nominations de Membres et de Correspondants de l'Académie. — M. *Cremona* est élu Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de feu *Brioschi* 375

— Application des franges d'interférence, à grandes différences de marche, à l'étude des micromètres; par M. *Maurice Hamy* 1772
— Méthode pour la mesure optique de longueurs pouvant atteindre plusieurs décimètres; par MM. *A. Pérot* et *Ch. Fabry* 1779
Voir aussi : *Rayons X, Photographie, Spectroscopie, Vision, Physique mathématique.*

Osmose. — Étude des équilibres physiques et chimiques par la méthode osmotique; par M. *A. Ponsot* 336
— Influence des rayons X sur le phénomène de l'osmose; par M. *H. Bordier* 593
— Sur l'osmose des liquides à travers une membrane de caoutchouc vulcanisé; par M. *G. Flusin* 1497
Ouabaïne. — Recherches sur l'ouabaïne; par M. *Arnaud* 346
— *Errata* se rapportant à cette Communication 451
— Sur les produits de dédoublement de l'ouabaïne par hydrolyse; par M. *Arnaud* 1208
— Action des alcalis sur l'ouabaïne; par M. *Arnaud* 1280
— Sur une heptacétine cristallisée, dérivée de l'ouabaïne; par M. *Arnaud* 1654
— Sur les dérivés nitrés résultant de l'action de l'acide nitrique sur l'ouabaïne; par M. *Arnaud* 1873
Oxyde de carbone. — Action de l'oxyde de carbone sur le chlorure palladeux; par M. *E. Finck* 646
— Dosage chimique de l'oxyde de carbone contenu dans l'air, même à l'état de traces; par M. *Maurice Nicloux* 746
— Sur le dosage de l'oxyde de carbone dilué dans de grandes quantités d'air; par M. *Arm. Gautier* 79
— Action de quelques réactifs sur l'oxyde de carbone, en vue de son dosage dans

Pages.

l'air des villes; par M. *Arm. Gautier*. 871
— Étude préliminaire d'une méthode de dosage de l'oxyde de carbone dilué dans l'air; par M. *Arm. Gautier*.... 931
— Sur l'emploi du chlorure de palladium pour la recherche dans l'air de très petites quantités d'oxyde de carbone, et sur la transformation de ce gaz, à la température ordinaire, en acide carbonique; par MM. *Potain* et *Drouin*. 938
— Sur le dosage de petites quantités d'oxyde de carbone dans l'air et dans le sang normal; par M. *L. de Saint-Martin*..... 1036
— Méthode pour reconnaître et doser l'oxyde de carbone en présence des autres gaz carburés de l'air; par M. *Arm. Gautier*..... 1299
— Sur quelques causes d'incertitude dans le dosage précis de l'acide carbonique et de l'eau dilués dans de grands volumes d'air; par M. *Arm. Gautier*.. 1387
— Sur l'oxyde de carbone contenu normalement dans le sang; par M. *Maurice Nicloux*..... 1526
— Sur les limites d'inflammabilité de l'oxyde de carbone; par MM. *H. Le Chatelier* et *Boudouard*..... 1344
Voir aussi : *Physiologie animale.*

Oxygène. — Observations relatives à l'action de l'oxygène sur le sulfure de carbone et à l'influence chimique; par M. *Berthelot*..... 1060
— Sur l'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse; par M. *Berthelot*. 1066

Ozone. — Sur la température d'ébullition de l'ozone liquide; par M. *L. Troost*. 1751

P

Paléo-ethnologie. — Une station préhistorique au mont d'Huberville, près Valognes; par M. *Le Nordez*..... 773

Paléontologie. — Rapport de M. *Albert Gaudry*, concluant à décerner le prix Cuvier à M. *Marsh*, pour ses travaux de Paléontologie..... 126
— M. *A. Chamereau* adresse une Note « Sur un fossile trouvé dans le jurassique oxfordien »..... 1894
Voir aussi : *Botanique fossile.*

Palladium et ses composés. — Action de l'oxyde de carbone (CO) sur le chlorure palladeux ($PdCl^2$); par M. *E. Finck*..... 646

Pathologie végétale. — La mélanose des mandarines; par M. *Trabut*..... 549
— Sur le *Septoria graminum* Desm., destructeur des feuilles du blé; par M. *L. Mangin*..... 1438

Pétrographie. — Contribution à la connaissance des roches éruptives dans les Alpes françaises; par MM. *W. Kilian* et *P. Termier*..... 1368
— Caractéristiques du schiste bitumineux du Bois-d'Asson (Basses-Alpes); par M. *C.-Ed. Bertrand*..... 1677

Pétrole. — Sur de nouvelles sources de pétrole au Caucase; par M. *Vénukoff*. 1740

Phényle. — Sur les dérivés chlorés du carbonate de phényle; par M. *E. Bar-*
ral..... 908

Phénylhydrazine. — Réaction colorée nouvelle de la phénylhydrazine; par M. *Louis Simon*..... 483

Phénols. — Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur quelques phénols; par M. *Bodroux*..... 1282

Phonographes. — Étude de la voix parlée des phonographes; par M. *Marage*.. 1202

Phosphore. — Rapport de M. *Arm. Gautier* (concours du prix des Arts insalubres, fondation Montyon) sur les travaux de M. *F. Arnaud* et de M. *Magitot* relatifs au phosphore et au phosphorisme..... 124
— Recherches sur le phosphore organique; par M. *L. Jolly*..... 531
— Action du sodammonium en excès sur le phosphore; par M. *C. Hugot*..... 1719

Phosphorescence. — Sur la production du sulfure de strontium phosphorescent; par M. *J.-R. Mourelo*..... 420
— Propriétés de ce sulfure phosphorescent; par M. *J.-R. Mourelo*..... 904
— Sur les mélanges phosphorescents formés par le sulfure de strontium; par M. *José-Rodriguez Mourelo*..... 1508

Photographie. — Sur un procédé simple de transformation directe en clichés photographiques des clichés typographiques et autres objets de faible re-

Pages.

lief plan; par M. *Adrien Guébhard*.. 40
— Influence de la diffusion des éléments du révélateur dans le développement photographique; par M. *R. Colson*... 470
— Sur la prépondérance de l'action mécanique des courants de convection, dans les enregistrements de figures d'effluves sur plaques voilées soumises à l'action de pôles thermiques dans les bains révélateurs; par M. *A. Guébhard*..... 589
— M. *Mascart* présente, au nom de MM. *Auguste* et *Louis Lumière*, une série de photographies stéréoscopiques obtenues par les procédés de reproduction des couleurs par voie indirecte.. 809
— M. *Darget* adresse une réclamation de priorité au sujet d'épreuves photographiques obtenues sans lumière..... 495
— M. *Darget* adresse une Note relative à diverses reproductions photographiques..... 859
— Sur l'irradiation photographique, applications diverses; par M. *Ch. Féry*. 890
— Remarques de M. *A. Cornu* au sujet de la Communication de M. Ch. Féry. 892
— Sur un amplificateur universel destiné aux agrandissements photographiques; par M. E. *J. Carpentier*..... 893
— M. *Jund* adresse une Note relative aux procédés à employer pour perfectionner la reproduction des couleurs, en Photographie..... 1126
— Du rôle de la diffusion dans les bains révélateurs; par M. *Adrien Guébhard*. 1341
— Amélioration des clichés photographiques surexposés; par M. *Mercier*... 1500
— Action du persulfate d'ammoniaque sur l'argent des prototypes et utilisation de cette action; par MM. *Lumière* frères et *Seyewetz*..... 1639
— Des causes du trouble apporté aux images radiographiques par l'emploi des écrans renforçateurs; par M. *A. Londe*..... 1642
— M. *Maurice Lévy* communique des photographies en couleurs obtenues par M. *Dugardin*..... 1834

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — Rapport de M. *Marey*, sur le concours du prix Parkin..... 108
— Rapport de M. *Guyon* (concours du prix Bellion) sur les recherches de M. *Auguste Petit* relatives aux capsules surrénales..... 108
— Rapport de M. *Marey* sur le concours du prix Mège..... 109
— Rapport de M. *Chauveau* concluant à décerner le prix Montyon (Physiologie expérimentale) à M. *Delzenne*, pour ses travaux sur la coagulation du sang..... 112
— Rapport de M. *d'Arsonval* concluant à décerner le prix La Caze (Physiologie) à M. *Röntgen*, pour les nouveaux moyens d'investigation qu'apportent les rayons X à l'exploration médicale et à la Physiologie..... 114
— Rapport de M. *Chauveau* concluant à décerner le prix Pourat à M. *Kaufmann*, pour ses recherches sur la part qui revient aux oxydations dans l'énergie mise en jeu chez les animaux..... 115
— Rapport de M. *Chauveau* concluant à décerner le prix Martin-Damourette à M. *L. Guinard*, pour l'ensemble de ses travaux de Physiologie..... 117
— Rapport de M. *Marey* concluant à décerner le prix Philipeau à MM. *Courtade* et *Guyon*, pour leurs travaux sur la physiologie de la vessie et de l'intestin..... 119
— M. *Ch. Sibillot* adresse une Note relative à la faculté d'orientation chez les pigeons voyageurs..... 195
— Sexe et dissymétrie moléculaire; par M. *Félix Le Dantec*..... 264
— Remarque de M. *Edmond Perrier* au sujet de cette Communication..... 267
— Sur le prétendu *chloragogène* de la cavité générale des Ophélies; par MM. *J. Kunstler* et *A. Gruvel*..... 272
— L'ampliation de l'oreillette du cœur pendant l'inspiration, démontrée par la radioscopie; par M. *Ch. Bouchard*. 310
— Expériences ergographiques pour mesurer la puissance maximum en régime régulier; par MM. *André Broca* et *Charles Richet*..... 356
— De l'influence de la fréquence des mouvements et du poids soulevé sur la puissance maximum du muscle en régime régulier; par MM. *André Broca* et *Charles Richet*..... 485
— De l'influence des intermittences de repos et de travail sur la puissance moyenne du muscle; par MM. *André*

Pages.

Broca et *Charles Richet* 656
— Sur la fonction martiale du foie chez les Vertébrés et les Invertébrés; par M. *Dastre* 378
— De l'action destructive d'un sérum sanguin sur les globules rouges d'une autre espèce animale. Immunisation contre cette action; par MM. *L. Camus* et *E. Gley* 428
— Les inhalations de chloroforme déterminent-elles la production d'oxyde de carbone dans le sang? par M. *L. de Saint-Martin* 533
— Sur la décomposition partielle du chloroforme dans l'organisme; par MM. *A. Desgrez* et *M. Nicloux* 758
— Importance du sucre comme aliment. Supériorité de la valeur nutritive du sucre sur celle de la graisse, eu égard à la valeur thermogène; par M. *A. Chauveau* 795
— *Errata* se rapportant à cette Communication 930
— Influence de mouvements de vague sur le développement de larves de grenouille; par M. *Émile Yung* 1107
— Sur les fonctions de l'hypophyse cérébrale; par M. *E. de Cyon* 1157
— La viande et l'amidon comparés au sucre, au point de vue de la valeur nutritive, chez le sujet qui travaille; par E. *Chauveau* 1072
— Le sucre et la graisse, au point de vue de leur valeur nutritive respective, chez le sujet constamment tenu au repos. Cette valeur est la même que chez le sujet qui travaille; par M. *A. Chauveau* 1118
— Pigments hépatiques chez les Vertébrés; par MM. *A. Dastre* et *N. Floresco* ... 1221
— Notes embryologiques sur la migration des ganglions spinaux; par M. *A. Cannieu* 1373
— Influence de l'asphyxie sur la teneur du sang en oxyde de carbone. Production d'oxyde de carbone dans l'organisme; par M. *Maurice Nicloux* 1595
— De la digestion gastrique chez les Squales; par M. *Émile Yung* 1885
— M. *G. Perry* adresse un Mémoire ayant pour titre : « Notes de Physiologie mathématique » 1834

Voir aussi : *Chimie animale, Locomotion, Vision.*

Pages.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — Rapport de M. *Bouchard* sur le concours du prix Lallemand 110
— Des différents modes d'élimination de la chaux chez les rachitiques et des diverses périodes du rachitisme; par M. *Joseph Babeau* 846
— Influence de quelques poissons sur le pouvoir antitoxique du sang; par MM. *C.-J. Salomonsen* et *Th. Madsen* ... 1229
— *Ed. Spalikowski* adresse une Note sur « L'influence du sol et des eaux dans l'étiologie de la goutte en Normandie ». 1380

Voir aussi : *Chirurgie, Bactériologie, Infectieuses (maladies), Venins.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — Le prix Saintour est attribué à M. *G. André,* pour ses travaux relatifs à la Physiologie végétale 135
— De l'influence des rayons X sur la germination; par MM. *Maldiney* et *Thouvenin* 548
— Action des différents sels sur la structure des plantes; par M. *C. Dassonville* 856
— Sur les matières de réserve de la Ficaire; par M. *Leclerc du Sablon* 913
— Mouvements de la Sensitive développée dans l'eau; par M. *Gaston Bonnier* 1001
— Sur la nutrition azotée des plantes phanérogames à l'aide des amines, des sels d'ammoniums composés et des alcaloïdes; par M. *L. Lutz* 1227
— Influence de la lumière solaire diffuse sur le développement des plantes; par M. *J. Weisner* 1287
— Sur la résistance des graines à l'immersion dans l'eau; par M. *Henri Coupin* 1365
— Sur la végétation d'une plante verte, le Nostoc punctiforme, à l'obscurité absolue; par M. *R. Bouilhac* 1583
— De la fécondité directe chez quelques plantes dont les fleurs semblent adaptées à la fécondation croisée; par M. *C. Gerbert* 1734

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — Sur un appareil dit *verseur hermétique;* par M. *R. Personne de Sennevoy* 224

PHYSIQUE DU GLOBE. — Rapport de M. *Gaston Bonnier,* concluant à décerner le prix des Sciences physiques à M. *Joseph Vallot,* pour ses travaux sur la

Pages.

Météorologie et la Géologie des montagnes 90
— M. *H. Tarry* adresse une série de Cartes relatives à la tempête du mois de décembre dernier, en Europe..... 52
— Considérations sur la circulation océanique dans le golfe de Gascogne; par M. *L. Thoulet* 293
— Sur la troisième acension internationale des ballons-sondes; par M. *Ed. Stelling* 364
— M. *Ch.-V. Zenger* adresse un relevé des dépressions barométriques du mois de décembre 1897, comparées aux perturbations solaires et aux passages des essaims périodiques d'étoiles filantes..... 669
— Sur la formule barométrique; par M. *Alfred Angot*..... 826
— Sur les caractères des saisons et des années successives; par M. *P. Garrigou-Lagrange*..... 829
— De l'influence des mouvements de la Lune sur les oscillations de l'atmosphère; par M. *Garrigou-Lagrange*.. 1173
— Effets des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère de l'hémisphère nord à chacune des quatre phases; par M. *A. Poincaré*..... 1053
— Variation, aux quatre phases, de la pression et des deux composantes du vent moyen sur le méridien du Soleil et son orthogonal; par M. *A. Poincaré* 1171
— Effets des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère. Exemple de l'application des formules; par M. *A. Poincaré*..... 1269
— Variations commandées par la Lune dans la pression et les composantes horizontales du vent. Esquisse de discussion des formules. Génération des dépressions; par M. *A. Poincaré*.... 1449
— Les années du grand flot de mars; par M. *Thiébaut*..... 1081
— Sur l'agrandissement des disques du Soleil et de la Lune à l'horizon; par M. *D. Eginitis*..... 1326
— Sur un actinomètre absolu; par M. *A. Crova*..... 1394
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1538
— Situation atmosphérique au moment de l'ascension des ballons-sondes. Transition entre la période des cyclones (hiver) et celle des orages (été); par M. *H. Tarry* 1740
— Enregistrement des décharges électriques atmosphériques; par M. *Ducretet*..... 1743
— Ascensions aérostatiques internationales du 8 juin; par M. *W. de Fonvielle*.. 1743
— Résultats sommaires des ascensions de trois ballons-sondes exécutées à Trappes; par M. *Teisserenc de Bort*. 1744
— Actinométrie en ballon-sonde; par M. *J. Violle*..... 1748
— Sur l'étude de la haute atmosphère; par M. *L. Cailletet*..... 1749
— Sur un appareil dit *anémotrope;* par M. *Maillet*..... 1779
— M. *J. Peroche* adresse un Mémoire ayant pour titre : « Les balancements polaires et les observations astronomiques »..... 1745

Voir aussi : *Marées, Météorologie, Magnétisme terrestre, Tremblements de terre, Volcans.*

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — Sur le problème de refroidissement d'une barre hétérogène; par M. *W. Stekloff*.... 215
— Sur le potentiel thermodynamique; par M. *A. Ponsot* 226
— Les lignes de forces et les surfaces équipotentielles dans la nature; par M. *G.-M. Stanoiévitch* 640
— Les invariants intégraux et l'Optique; par M. *Hadamard*..... 811
— Sur un problème de la théorie analytique de la chaleur; par M. *W. Stekloff* 1022
— Sur les propriétés thermiques des fluides saturés; par M. *E. Mathias*..... 1095
— M. *G. Perry* adresse une Note de Physique mathématique ayant pour titre : « Sur le mouvement conjugué du mouvement de concentration »..... 1442

Voir aussi : *Thermodynamique.*

PIPÉRAZINE ET SES DÉRIVÉS. — Sur la diméthylpipérazine et quelques combinaisons phénoliques de cette base; par MM. *P. Cazeneuve* et *Moreau*.. 1573
— Sur de nouvelles diuréthanes aromatiques de la pipérazine; par MM. *P. Cazeneuve* et *Moreau*..... 1802

PIPÉRIDINE ET SES DÉRIVÉS. — Sur quelques bases dérivées de la pipéridine; par par M. *G. André*..... 1797

Pages.

PISCICULTURE. — M. *Piraut* adresse une Note relative à la Pisciculture 606

PLANÈTES. — Sur les quatre grosses planètes; par M. *Émile Anceaux*..... 199

— Sur les masses des planètes; par M. *E. Roger*..... 501

— M. *Chapel* adresse une Note ayant pour titre : « Relations harmoniques des planètes supérieures » 928

Voir aussi : *Mécanique céleste*.

PLOMB. — Sur quelques sels halogénés du plomb; par M. *V. Thomas*..... 1349

PRIX. — Prix décernés par l'Académie... 65

— Tableau de ces prix 165

— Prix proposés par l'Académie 136

— Tableau de ces prix..... 167

Pages.

— Tableau, par année, des prix proposés. 169

PROBABILITÉS (Calcul des). — M. *P. Valerio* adresse une Note « Sur la loi des erreurs d'observation »..... 560

PTOMAINES. — Sur une oxyptomaïne; par M. *OEschner de Coninck*..... 651

PYROCATÉCHINE ET SES DÉRIVÉS. — Éthanepyrocatéchine et dérivés; par M. *Ch. Moureu*..... 1426

— Sur quelques acétals de la pyrocatéchine; par M. *Ch. Moureu*..... 1656

PYROGALLOL. — Nouvelles recherches sur les réactions développées entre le pyrogallol et l'oxygène en présence des alcalis; par M. *Berthelot* 1459

Q

QUINOLÉINE. — Isoquinoléine et tétrahydroisoquinoléine; par M. *Marcel Delépine*..... 1033

QUINONES. — Chaleurs de formation de quelques quinones à poids moléculaire élevé; par M. *Amand Valeur*. 1148

— Sur les quinonoximes; par M. *Amand Valeur*..... 1205

R

RACHITISME. — M. *CEchsner de Coninck* adresse une réclamation de priorité relative à ses recherches sur le rachitisme..... 1010

RADIOMÈTRE. — M. *A. Baudouin* adresse une Note « Sur la cause du mouvement obtenu dans le radiomètre exposé à la lumière » 195

RAGE. — Sur le traitement de la rage par l'injection de substance nerveuse normale; par M. *V. Babes*..... 986

— M. *Pourtalé* adresse une Note ayant pour titre : « Un ferment vital. Sérum de chèvre immunisé contre la rage ». 1233

RAYONS CATHODIQUES. — Sur le spectre des rayons cathodiques; par M. *Birkeland*..... 228

— Remarques sur les rayons cathodiques; par M. *E. Goldstein*..... 1199

— Explication simple de plusieurs phénomènes célestes par les rayons cathodiques; par M. *H. Deslandres*..... 1323

— Sur les rayons cathodiques; par M. *P. Villard* ..... 1339 et 1564

— *Errata* se rapportant à ces Communications 1454

— Sur un tube de Crookes régénérable par osmose; par M. *P. Villard*..... 1413

RAYONS X. — Rapport de M. *Mascart*, concluant à décerner le prix La Caze (Physique) à M. *Ph. Lenard*, pour ses travaux sur les rayons X..... 77

— Sur le mécanisme de la décharge des conducteurs frappés par les rayons X; par M. *G. Sagnac* 36

— Décharge par les rayons de Röntgen. Effet secondaire; par M. *Jean Perrin*. 243

— Nouvelles recherches relatives à l'influence des rayons X sur la distance explosive de l'étincelle électrique; par M. *S. Guggenheimer*..... 416

— Sur un nouveau procédé de détermination de la position des corps étrangers par la radiographie; par M. *H. Morize*..... 449

— M. *Girod* adresse l'indication d'un procédé pour la détermination de la place des projectiles dans les tissus et une réclamation de priorité à ce sujet 875

— Transformation des rayons X par transmission; par M. *G. Sagnac*.... 467

Pages.

— MM. *R. Sorel* et *A. Soret* adressent une Note sur un cas d'éléphantiasis avec troubles nerveux, guéri après applications de rayons X »..... 500
— Émission de rayons secondaires par l'air sous l'influence des rayons X; par M. *G. Sagnac*..... 521
— Influence des rayons X sur le phénomène de l'osmose; par M. *H. Bordier*..... 593
— Caractères de la transformation des rayons X par la matière; par M. *G. Sagnac*..... 887
— De la visibilité des rayons X par certains jeunes aveugles; par M. *Foveau de Courmelles*..... 919
— Applications de la Radiographie à l'étude des malformations digitales; par MM. *Albert Londe* et *Henry Meige*..... 921
— Application de la Radiographie à l'étude d'un cas de myxœdème (développement du système osseux sous l'influence du traitement thyroïdien); par MM. *Georges Gasne* et *Albert Londe*..... 923
— Sur un moyen d'augmenter l'intensité et la rapidité d'action des rayons X; par M. *F. Garrigou*..... 1104
— Renforcement des rayons X; par M. *Virgilio Machado*..... 1341
— Des causes de trouble apportées aux images radiographiques par l'emploi des écrans renforçateurs; par M. *A. Londe*..... 1642
— M. *Mitour* adresse un Mémoire intitulé : « Photographie à travers les corps opaques par les ondes électriques statiques unipolaires »..... 1555
— Examen d'un combustible minéral au moyen des rayons de Röntgen; par M. *H. Couriot*..... 1588
— M. *Potain* présente, au nom de M. *Imbert*, deux radiographies du corps humain..... 1834
— Une méthode de mensuration de l'aire du cœur par la Radiographie; par MM. *Variot* et *G. Chicotot*..... 1892
— Perfectionnement aux tubes employés en Radiographie; par M. *L. Bonetti*. 1893

S

Safranine. — Synthèse de la safranine; par M. *Georges-F. Jaubert*..... 1516
Silicium et ses composés. — Sur la résistance électrique du silicium cristallisé; par M. *Fernand Le Roy*..... 244
— Sur un nouveau siliciure de chrome; par M. *Zettel*..... 833
— Sur l'état où se trouvent le silicium et le chrome dans les produits sidérurgiques; par MM. *Ad. Carnot* et *Goutal*..... 1240
Soleil. — Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième semestre 1897; par M. *P. Tacchini*. 503
— Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le quatrième trimestre de 1897; par M. *J. Guillaume*..... 876
— Nouvelle série de photographies de la chromosphère entière du Soleil; par M. *H. Deslandres*..... 879
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 992
Solennités scientifiques. — L'*Association des anciens Élèves de l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris* invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du buste de *Schützenberger*, le dimanche 3 avril..... 942
— M. le *Ministre de l'Instruction publique* invite les Membres de l'Académie à assister, le samedi 16 avril, à la réunion générale de clôture des séances du Congrès des Sociétés savantes..... 1011
— Centenaire de la fondation du Conservatoire des Arts et Métiers; Note de M. *Laussedat*..... 1747
Spectroscopie. — Sur une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle; par MM. *A. Pérot* et *Ch. Fabry*..... 34
— Sur le spectre des rayons cathodiques; par M. *Birkeland*..... 228
— Sur le spectre du cadmium dans un tube à vide; par M. *Maurice Hamy*. 231
— Sur un spectroscope interférentiel; par MM. *Ch. Fabry* et *A. Pérot*..... 331

Pages.

— Analyse spectrale des composés non conducteurs, par les sels fondus; par M. *A. de Gramont*..... 1155
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1234
— Analyse spectrale de quelques minéraux non conducteurs par les sels fondus et réactions des éléments; par M. *A. de Gramont*..... 1513
STATISTIQUE. — Rapport de M. *Rouché* (Concours du prix de Statistique), sur le Mémoire de M. *Gustave Bienaymé* « Le coût de la vie à Paris à diverses époques » 80
— Rapport de M. *de Jonquières* (Concours du prix de Statistique), sur l'Ouvrage de MM. *Vincent* et *Burot* « Statistique médicale de la flotte »..... 82
— Rapport de M. *Brouardel* (Concours du prix de Statistique), sur le travail de M. *Lepage* « Fonctionnement de la maison d'accouchements Baudelocque » 84
— Rapport de M. *de Freycinet* (Concours du prix de Statistique) sur le travail de M. *Baudran* intitulé « De l'habitation dans le département de l'Oise ». 85
STRONTIUM ET SES COMPOSÉS. — Sur la décomposition de l'hyposulfite et du sulfite de strontium par la chaleur et la production du sulfure stroncique phosphorescent; par M. *José-Rodriguez Mourelo*..... 420
— Sur les propriétés du sulfure de strontium phosphorescent; par M. *J.-R. Mourelo*..... 904
— Sur les mélanges phosphorescents formés par le sulfure de strontium; par M. *J.-R. Mourelo* 1508
SUCCINIQUE (ACIDE) ET SES DÉRIVÉS. — Sur la préparation et l'éthérification de l'acide diméthylsuccinique dissymétrique; par M. *E. Blaise* 753
SUCRES. — Sur la préparation du gentianose; par MM. *Ém. Bourquelot* et *L. Nardin*..... 280
— Sur la physiologie du gentianose; son dédoublement par les ferments solubles; par M. *Ém. Bourquelot* 1045
— Sur la saccharification de l'amidon par l'amylase du malt; par M. *Henri Poitevin*..... 1218
SULFURES. — Sur les propriétés et la cristallisation du sulfure de baryum anhydre; par M. *A. Mourlot*..... 643
— Production du sulfure de strontium phosphorescent; par M. *J.-R. Mourelo*..... 420
— Sur les propriétés du sulfure de strontium phosphorescent; par M. *José-Rodriguez Mourelo*..... 904
— Action de l'hydrogène sur le sulfure d'argent et réaction inverse; par M. *H. Pélabon*..... 1864
— Observations relatives à l'action de l'oxygène sur le sulfure de carbone; par M. *Berthelot* 1060

T

TÉLÉGRAPHIE. — Poste récepteur pour la télégraphie hertzienne sans fils; par M. *E. Ducretet*..... 1266
— Sur quelques expériences de Télégraphie acoustique sous-marine, à l'aide d'un microphone à pivots; par M. *E. Hardy* 1496
THERMOCHIMIE. — Sur la chaleur de formation de l'acide cyanique liquide; par M. *P. Lemoult* 43
— Données thermiques relatives à l'acide éthyl-malonique. Comparaison avec ses isomères, les acides glutarique et méthyl-succinique; par M. *G. Massol*..... 1354
— Chaleurs de neutralisation de l'acide phénylphosphorique; par M. *G. Belugou* 1575
— Sur la chaleur de formation du carbure de lithium; par M. *Güntz*..... 1866
THERMODYNAMIQUE. — Méthode nouvelle pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur; par MM. *J.-B. Baille* et *E. Féry*..... 1494
THERMOMÉTRIE. — Sur la mesure des hautes températures par la méthode interférentielle; par M. *Daniel Berthelot*... 410
— Sur les points de fusion de l'argent et de l'or; par M. *Daniel Berthelot*.... 473
THORIUM. — Rayons émis par les com-

Pages.

posés de l'uranium et du thorium ; par M^me *Sklodowska Curie*..... 1101
— Sur les radiations émises par le thorium et ses composés ; par M. *G.-C. Schmidt*..... 1264
TREMBLEMENTS DE TERRE. — Sur les résultats donnés par un sismographe avertisseur (*Kilian* et *Paulin*), installé à Grenoble ; par M. *Michel Lévy*.... 706
— M. *Lœwy* communique des renseignements adressés par MM. *Frilley* et *Jérôme de Duranti la Calade*, sur un tremblement de terre survenu le 6 mai 1898..... 1380
— M. *Mascart* communique de nouveaux renseignements, transmis par MM. *Jullien*, *Guerby*, *André* et *Soret*..... 1452
— M. *Michel Lévy* communique de nouveaux renseignements relatifs à ce même tremblement de terre..... 1536
TRUFFES. — Sur la germination et la fécondation hivernales de la Truffe ; par M. *A. de Gramont de Lesparre*..... 281
— Sur la germinatiou estivale des spores de la Truffe et la production des téleutospores ; par M. *A. de Gramont de Lesparre*..... 440
— Sur l'aptitude à germer des spores de la Truffe et le rôle de l'arome ; par M. *A. de Gramont de Lesparre*..... 599
TUBERCULOSE. — Rapport de M. Guyon (Concours du prix Bellion), sur les recherches de M. *Péron* relatives aux tuberculoses de la plèvre..... 109
— Commission chargée des questions concernant les effets et la propagation de la tuberculose : les six Membres de la Section de Médecine et Chirurgie, les deux Secrétaires perpétuels de l'Académie et MM. *Brouardel, de Freycinet, de Jonquières, Chauveau, Duclaux, Arm. Gautier*..... 495
— Tuberculose et pseudo-tuberculose ; par MM. *Bataillon* et *Terre*..... 538
— Sur l'obtention de cultures et d'émulsions homogènes du bacille de la tuberculose humaine en milieu liquide et « Sur une variété mobile de ce bacille » ; par M. *S. Arloing*..... 1319
— Agglutination du bacille de la tuberculose vraie ; par M. *S. Arloing*..... 1398
— Apparition dans le sérum sanguin, sous l'influence de produits chimiques, d'une matière capable d'agglutiner le bacille de la tuberculose vraie ; par M. *S. Arloing*..... 1550
— M. *Jaime Ferran* soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Nouvelles découvertes relatives au bacille de la tuberculose et à la solution expérimentale du problème de la prophylaxie et de la guérison de cette maladie »..... 1555
— M. *S. Pillsbury* adresse une Note sur « Une méthode de traitement de la tuberculose »..... 1849
TUNGSTÈNE ET SES COMPOSÉS. — Sur un iodure de tungstène ; par M. *Ed. Defacqz*..... 962
— Sur la préparation et les propriétés d'un nouveau carbure de tungstène ; par M. *P. Williams*..... 1722

U

URANIUM. — Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium ; par M^me *Sklodowska Curie*..... 1101

V

VENINS. — La tyrosine, vaccin chimique du venin de vipère ; par M. *C. Phisalix*..... 431
— Paralysie expérimentale sous l'influence des venins. Altérations de la moelle (poliomyélite) et des nerfs (névite) ; par MM. *Charrin* et *Claude*..... 925
VINS. — Rapport de M. *Arm. Gautier* (concours du prix des Arts insalubres, fondation Montyon), sur l'Ouvrage de M. *F. Mazure* « Recherches sur les bons vins naturels, leurs qualités hygiéniques, leurs falsifications »..... 123
— Contribution à l'étude de l'oxydase des raisins ; son utilité dans la vinification ; par MM. *A. Bouffard* et *L.*

Pages.

Semichon 423
— Sur l'amertume des vins; par MM. *J. Bordas, Joulin* et *de Rackowski* ..... 598 et 1291
— Des microrganismes des vins tournés; par MM. *F. Bordas, Joulin* et *de Rackowski* 1443
— Action de la fleur du vin sur la sorbite; par M. *Gabriel Bertrand*..... 653
— Sur la préparation des vins blancs à l'aide des raisins rouges; par M. *V. Martinand*..... 656
— Sur les microrganismes des vins dits *tournés*; par MM. *F. Bordas, Joulin* et *de Rackowski*..... 1050
— Sur les ferments des maladies des vins; par MM. *J. Laborde*..... 1223
— Sur la présence naturelle de grandes proportions de chlorure de potassium et de chlorure de sodium dans le jus des raisins et dans les vins des régions salées de l'Oranie; par M. *Edmond Bonjean* 1275

Vision. — M. *F.-J. Pillet* adresse un Mémoire accompagné de figures et intitulé : « Étude de la vision pour la sensation de la forme, du relief, du mouvement, de la couleur. Ses conséquences pour l'Art de l'ingénieur.. 379
— Des verres périscopiques; par M. *Ostwalt* 1446
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1538
— Visibilité de la tache aveugle; par M. *Aug. Charpentier*..... 1634
— Vision entoptique et sensibilité dans la tache jaune; par M. *Aug. Charpentier*..... 1711

Viticulture.— Recherches sur le développement progressif de la grappe de raisin; par MM. *Aime Girard* et *Lindet*. 1310
— Sur les époques de traitement du black rot dans le sud-est de la France; par M. *Joseph Perraud*..... 1377

Vol. — M. *Chantron* adresse un complément à sa Communication « Sur le vol des oiseaux »..... 195

Volcans. — Sur les éruptions du Vésuve; par M. *E. Semmola*..... 926

Voyages scientifiques. — Sur la quatrième campagne de la *Princesse-Alice;* Note de S. A. S. *Albert Ier*, Prince de Monaco..... 311
— M. *Stephan Emmens* adresse une Lettre relative à un projet d'expédition au pôle Antarctique..... 1257

Y

Yttriques (Terres). — Sur une nouvelle méthode de fractionnement des terres yttriques; par M. *G. Urbain*..... 835
— Sur les terres yttriques contenues dans les sables monazités; par M. *O. Boudouard*..... 1648

Z

Zoologie. — Rapport de M. H. *Milne-Edwards*, concluant à décerner le prix Bordin à M. *G. Prunet*, pour ses travaux sur les fonds et la faune du golfe du Lion et de l'entrée de la Manche 92
— Rapport de M. *Edmond Perrier* (Concours du prix Da Gama Machado) sur les recherches de Mme *de Linden*, relatives à l'ornementation des ailes des papillons..... 99
— M. *Edmond Perrier* présente la seconde édition de son Livre « Les colonies animales et la formation des organismes » 314
— Sur une Grégarine cœlomique présentant, dans son cycle évolutif, une phase de multiplication asporulée; par MM. *Maurice Caullery* et *Félix Mesnil*..... 262
— Sur l'existence d'une faune malacologique polybathique dans les grands fonds de l'Atlantique et de la Méditerranée; par M. *Arnould Locard*... 275
— Sur les limites morphologiques des anneaux du tégument et sur la situation des membranes articulaires chez les Hyménoptères arrivés à l'état d'imago; par M. *Charles Janet*..... 435
— Sur la faune des eaux douces des îles

Pages.

Canaries; par M. *Jules Richard*..... 439
— Sur l'aire de dispersion de la faune malacologique des grands fonds de l'océan Atlantique boréal; par M. *Arnould Locard*..... 441
— Remarques sur les appendices de Bloch chez les Siluroïdes du genre *Aspredo;* par M. *Léon Vaillant*..... 544
— Sur la place des Spongiaires dans la classification; par M. *Yves Delage* .. 545
— Sur la place des Éponges dans la classification et sur la signification attribuée aux feuillets embryonnaires; par M. *Edmond Perrier*..... 579
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 670
— La dissociation de l'œuf en un grand nombre d'individus distincts et le cycle évolutif chez l'*Encyrtus fuscicollis* (Hyménoptère); par M. *Paul Marchal*..... 662
— Influence du milieu et des variations chez les Protozoaires; par M. *J. Kunstler*..... 765
— Sur un type nouveau de Copépode gallicole; par M. *Jules Bonnier*..... 769
— Les larves des Spongiaires et l'homologation des feuillets; par M. *Yves Delage*..... 767
— Les larves des Spongiaires et l'homologation des feuillets; par M. *Edmond Perrier*..... 802
— Embryogénie de la larve double des Diplosomidés (Ascidies composées); par M. *Antoine Pizon*..... 848
— Sur la classification phylogénique des Lamellibranches; par M. *H. Douville*. 916
— Extrait d'un Rapport de M. le lieutenant de vaisseau *Bourdon*, concernant la capture d'un Lamantin dans la mer Rouge..... 927
— Nouvelles observations sur quelques stades de l'évolution des *Urnes*; par MM. *J. Kunstler* et *A. Gruvel*..... 970
— Sur les Annélides recueillis par les expéditions du *Travailleur* et du *Talisman;* par M. *Louis Roule*..... 1166
— Sur une cavité du tégument servant, chez les *Myrmicinæ*, à étaler au contact de l'air un produit de sécrétion; par M. *Charles Janet*..... 1168
— Sur divers points de la morphologie externe des Aphroditiens; par M. *G. Darboux* fils..... 1226
— A propos des Crustacés brachyures et anomoures provenant des six dernières campagnes scientifiques effectuées par S. A. le Prince de Monaco; par MM. *A. Milne-Edwards* et *E.-L. Bouvier*..... 1245
— Note préliminaire sur la distribution géographique et l'évolution des Péripates; par M. *E.-L. Bouvier*..... 1358
— Sur l'organisation des Pleurotomaires; par MM. *E.-L. Bouvier* et *H. Fischer*. 1361
— Sur la présence de l'Anguille commune en haute mer; par M. *Léon Vaillant*. 1429
— Sur le développement de l'*Alpheus minus* Say; par M. *H. Coutière*..... 1430
— L'origine des Vertébrés; par M. *Edmond Perrier*..... 1479
— Nouvelles observations sur les *Peripatus;* par M. *E.-L. Bouvier*..... 1524
— De la solipédisation des Equidés dans les temps actuels; par M. *G. Joly*... 1579
— Sur les Holoturies recueillies par le *Travailleur* et le *Talisman;* par M. *Rémy Perrier*..... 1664
— Sur les premiers stades embryogéniques de *Serpula infundibulum Hydroides pectinata;* par M. *Albert Soulier*..... 1666
— Formes épitoques et polymorphisme évolutif chez une annélide du groupe des Cirratuliens (*Dodecaceria concharum* Œrst.); par MM. *Félix Mesnil* et *Maurice Caullery*..... 1669
— Note sur la classification des Tuniciers; par M. *Edmond Perrier*..... 1758
— Classification des Molgulidées. Formes nouvelles des collections du Muséum; par M. *Antoine Pizon*..... 1814
— Sur le développement de l'*Acmæa virginea;* par M. *Louis Boutan*..... 1887
— M. *Bergeaud* adresse un Mémoire intitulé « Entomologie intertropicale. Particularités sur les mœurs de quelques insectes »..... 1849

Voir aussi : *Anatomie animale* et *Physiologie animale*.

TABLE DES AUTEURS.

A

MM. Pages.

ADELPHE. — Sur l'apatite de certaines enclaves granulitiques de Chuquet-Genestoux (Puy-de-Dôme). (En commun avec M. *A. Gonnard.*)..... 1532

ADER. — Sur des appareils d'aviation ... 1553

ADRIAN. — Sur les phospho-glycérates acides. (En commun avec M. *Trillat.*) 1215

ALBERT Ier, Prince de Monaco. — Sur la quatrième campagne de la *Princesse-Alice*..... 311

— Sur les observatoires météorologiques de l'océan Atlantique..... 373

AMAUDRUT (ALEX.). — Sur les allongements de la partie antérieure du corps des Prosobranches et leur influence sur la région correspondante du tube digestif..... 259

ANCEAUX (ÉMILE). — Sur les quatre grosses planètes..... 199

ANDEER (J.-J.). — Ramollissement des os par la phloroglucine..... 1109 et 1295

— Recherches sur les ostioles du système cérébro-spinal..... 1598

— Adresse deux nouvelles Notes sur les ostioles du système cérébro-spinal. 1745 et 1894

ANDRADE (JULES). — Le groupe d'équivalence et ses bases cinématiques... 1775

ANDRÉ (CH.). — Occultation du groupe des Pléiades, le 3 janvier 1898, à Lyon. 197

ANDRÉ (G.). — Le prix Saintour lui est décerné..... 135

— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195

— Sur les combinaisons de la pyridine et de la triméthylamine avec les acides formique et acétique..... 1105

— Sur quelques bases dérivées de la pipéridine..... 1797

ANGOT (ALFRED). — Sur la formule barométrique..... 826

APPELL est élu membre de la Commission du prix Bordin (Sciences mathématiques)..... 1322

— Et de la Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences mathématiques) pour l'année 1900..... 1322

— Est désigné en seconde ligne comme candidat présenté à M. le Ministre de l'Instruction publique pour une place vacante au Bureau des Longitudes.. 1696

ARLOING (S.). — Influence de la voie et du mode d'introduction sur le développement des effets immunisants du sérum antidiphtérique..... 1179

— Sur l'obtention de cultures et d'émulsions homogènes du bacille de la tuberculose humaine en milieu liquide et « Sur une variété mobile de ce bacille »..... 1319

— Agglutination du bacille de la tuberculose vraie..... 1398

— Apparition dans le sérum sanguin, sous l'influence de produits chimiques, d'une matière capable d'agglutiner le bacille de la tuberculose vraie..... 1550

ARNAUD. — Une mention de cinq cents francs lui est attribuée sur le prix Montyon (Arts insalubres)..... 123

— Adresse des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à

MM. Pages.

ses travaux. (En commun avec M. *Marsh*.)..... 458
— Recherches sur l'ouabaïne..... 346
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 451
— Sur les produits de dédoublement de l'ouabaïne par hydrolyse..... 1208
— Action des alcalis sur l'ouabaïne..... 1280
— Sur une heptacétine cristallisée, dérivée de l'ouabaïne..... 1654
— Sur les dérivés nitrés résultant de l'action de l'acide nitrique sur l'ouabaïne. 1873
ARSONVAL (D'). — Est élu membre de la Commission de la tuberculose..... 495
— Et de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1125
— Et de la Commission du prix Bréant.. 1125
— Et de la Commission du prix Godard . 1126
— Et de la Commission du prix Philipeaux (Physiologie expérimentale).. 1182
— Et de la Commission du prix Pourat.. 1322
— Et de la Commission chargée de présenter une question du prix Pourat pour 1900..... 1322
— L'air liquide..... 1683
ASSOCIATION des anciens Élèves de l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris (L') invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du buste de *Schützenberger*..... 942
AUFFRET. — Le prix du baron Larrey lui est décerné..... 111

B

BABEAU (JOSEPH).—Des différents modes d'élimination de la chaux chez les rachitiques et des diverses périodes du rachitisme..... 846
BABES (V.). — Sur le traitement de la rage par l'injection de substance nerveuse normale..... 986
BACH (A.). — Sur la corrélation entre la réduction par l'hydrogène naissant, l'électrolyse et la photolyse de l'acide carbonique..... 479
BACHELET (J.-E.) adresse une Note intitulée: « Stoppeur automatique rendant impossible la collision des trains »... 1849
BAILLE (J.-B.). — Méthode nouvelle pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur. (En commun avec M. *C. Féry*)..... 1494
BAIRE (R.). — Sur les fonctions discontinues développables en séries de fonctions continues..... 884
— Sur les fonctions discontinues qui se rattachent aux fonctions continues.. 1621
— Sur le problème de l'intégration au point de vue des variables réelles... 1700
BALLAND adresse de nouvelles observations « Sur les essais d'aluminium ».. 296
— Semoules et pâtes alimentaires..... 606
— Sur les avoines chocolatées..... 1289
— Sur la composition des poissons, des crustacés et des mollusques..... 1728
BARBIER (PH.). — Sur l'acétylbutyrate d'éthyle β-isopropylé et les acides diisopropylhexènedioïques stéréoisomères. (En commun avec M. *V. Grignard*.)..... 251
— Sur un nouvel alcool tertiaire incomplet, le diméthylhepténol..... 1423
BARRAL (E.). — Sur les dérivés chlorés du carbonate de phényle..... 908
BATAILLON. — Tuberculose et pseudo-tuberculoses. (En commun avec M. *Terre*.)..... 538
BAUDOUIN (A.) adresse une Note « Sur la cause du mouvement obtenu dans le radiomètre exposé à la lumière »... 195
BAUGÉ (G.). — Action de quelques carbonates sur l'acétate chromeux..... 1566
BAUDRAN. — Un rappel de mention honorable lui est accordé..... 79
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 317
BEAUREGARD. — Un prix Godard (Médecine et Chirurgie) lui est décerné. 107
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 195
BECQUEREL (HENRI). — Observations relatives à une Communication de M. *Cornu* sur le phénomène découvert par le Dr *Zeeman*..... 187
— Contribution à l'étude du phénomène de Zeeman. (En commun avec M. *Deslandres*.)..... 997
— Est élu membre de la Commission du prix Kastner-Boursault..... 1256
— Est désigné pour examiner, au point de vue de la ressemblance, le buste

MM. Pages.
d'Edmond Becquerel 1487
BÉHAL (A.). — Sur une nouvelle cétone cyclique, la méthylcyclohexénone II. 46
BELUGOU (G.). — Chaleurs de neutralisation de l'acide éthylphosphorique.. 1151
— Chaleurs de neutralisation de l'acide phénylphosphorique..... 1575
BÉRARD (A.). — Sur la déformation des pièces comprimées et la stabilité des grandes charpentes..... 1008
BERGEAUD adresse un Mémoire ayant pour titre : « Entomologie intertropicale. Particularités sur les mœurs de quelques insectes 1849
BERGERON (J.). — Allure des couches paléozoïques sur le versant méridional de la Montagne-Noire..... 1675
BERTHELOT (Daniel). — Sur la mesure des hautes températures par la méthode interférentielle..... 410
— Sur les points de fusion de l'argent et de l'or..... 473
— Sur la détermination rigoureuse des poids moléculaires des gaz en partant de leurs densités et de l'écart que celles-ci présentent par rapport à la loi de Mariotte 954
— Comparaison des valeurs des poids atomiques de l'hydrogène, de l'azote et du carbone, déduites de données physiques, avec les valeurs déduites de l'analyse chimique..... 1030
— Réponse à une réclamation de priorité de M. *Marqfoy* 1262
— Sur les poids moléculaires des gaz facilement liquéfiables..... 1415
— Récapitulation des poids atomiques calculés par la méthode des densités limites..... 1501
— Sur le mélange des gaz ..... 1703 et 1857
BERTHELOT (M.). — Rapport sur le concours du prix Saintour..... 135
— Est nommé membre de la Commission du prix Wilde..... 1125
— Et de la Commission du prix Trémont. 1183
— Et de la Commission du prix Gegner. 1183
— Et de la Commission du prix Delalande-Guérineau 1256
— Et de la Commission du prix Jérôme Ponti..... 1256
— Et de la Commission du prix Leconte. 1256
— Et de la Commission du prix Houllevigue..... 1256
— Et de la Commission du prix Cahours. 1256

MM. Pages.
— Et de la Commission du prix Saintour. 1256
— Et de la Commission du prix Estrade-Delcros..... 1256
— Et de la Commission chargée de présenter des candidats au prix Leconte ... 1696
— Actions chimiques exercées par l'effluve électrique. Méthodes 561
— Actions chimiques exercées par l'effluve électrique sur les composés organiques. Systèmes gazeux. Carbures d'hydrogène et azote..... 567
— Actions chimiques de l'effluve électrique. Oxydes de carbone et azote. Systèmes gazeux..... 609
— Actions chimiques de l'effluve électrique. Alcools et dérivés éthérés, en présence de l'azote..... 616
— Actions chimiques exercées par l'effluve électrique. Les aldéhydes et l'azote. 671
— Actions chimiques de l'effluve. Acides organiques et azote..... 681
— Observations relatives à l'action chimique de l'effluve sur les diélectriques liquides 691
— Actions chimiques de l'effluve électrique. Composés azotés en présence de l'azote libre 775
— Observations relatives à l'action de l'oxygène sur le sulfure de carbone et à l'influence chimique de la lumière. Travail préliminaire qui détermine les réactions..... 1060
— Sur l'absorption de l'oxygène par le pyrogallate de potasse..... 1066
— Nouvelles recherches sur les réactions développées entre le pyrogallol et l'oxygène en présence des alcalis.... 1459
— Remarque au sujet d'une Communication de MM. *William Ramsay* et *Morris-W. Travers* sur un nouvel élément constituant de l'air atmosphérique..... 1613
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Orlof*, 195. — Le Tome II des « Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes, par M. *E. Goursat* », 379. — Un Mémoire de M. *Frederico Amodeo*, intitulé : « Curve k-gonali di s^{esima} specie », 501. — Un Ouvrage de M. *Charles Méray*, ayant pour titre : « Leçons

MM. Pages.

nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques », 1697. — Divers Ouvrages de M. *H. Dufet* et de M. *Émile Borel*..... 1850
— Rappelle, au sujet des travaux de M. *G. Bredig* sur la conductibilité électrique, ceux de M. *Bouty*..... 1269
— Annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Souillart,* Correspondant pour la Section d'Astronomie..... 1383
— Annonce la mort de M. *Paul Serret,* décédé à Paris le 24 juin 1898..... 1850
BERTRAND. — Le prix Rivot lui est décerné..... 136
BERTRAND (C.-Eg.). — Caractéristiques du schiste bitumineux du Bois-d'Asson (Basses-Alpes)..... 1677
BERTRAND (Gabriel). — Action de la fleur du vin sur la sorbite..... 653
— Action de la bactérie du sorbose sur les alcools plurivalents..... 762
— Sur le produit d'oxydation de la glycérine par la bactérie du sorbose..... 842
— Préparation biochimique de la dioxyacétone cristallisée..... 984
BERTRAND (Joseph). — Rapport sur le concours du prix Brémont (Prix généraux)..... 129
— Rapport sur le concours du prix Gégner (Prix généraux)..... 129
— Est élu membre de la Commission du prix Francœur..... 1007
— Et de la Commission du prix Poncelet. 1007
— Et de la Commission du prix Montyon (Statistique)..... 1008
— Et de la Commission du prix Wilde . 1125
— Et de la Commission du prix Trémont. 1183
— Et de la Commission du prix Gégner. 1183
— Et de la Commission du prix Delalande-Guérineau..... 1256
— Et de la Commission du prix Jérôme Ponti..... 1256
— Et de la Commission du prix Leconte. 1256
— Et de la Commission du prix Houllevigue..... 1256
— Et de la Commission du prix Saintour. 1256
— Et de la Commission du prix Estrade-Delcros..... 1256
— Et de la Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences mathématiques) pour 1900. 1322
— Est désigné pour examiner, au point de vue de la ressemblance, le buste

MM Pages

d'Edmond Becquerel..... 1487
— Est élu Membre de la Commission chargée de présenter des candidats au prix Leconte..... 1696
— Informe l'Académie que M. *Schiaparelli,* Correspondant de la Section d'Astronomie, dont la mort avait été annoncée, vient de lui écrire pour démentir lui-même cette nouvelle... 193
— Rappelle les titres de M. *Gauthier-Villars* à la reconnaissance du monde savant..... 453
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Jules Michel* intitulée : « Le centenaire du mètre. Les précurseurs du Système métrique et les mesures internationales », 631. — « L'Aérophile », publication mensuelle illustrée de MM. *Georges Besançon* et *Wilfrid de Fonvielle,* 809. — Un Ouvrage de M. *L. de Launay* sur « Les diamants du Cap », 1183. — Le « Bulletin météorologique du département de l'Hérault pour l'année 1897 », 1487. — Une brochure de M. *Paul Fabre* intitulée : « Coup d'œil sur la Géographie médicale », 1615. — Un Ouvrage intitulé : « Œuvres mathématiques de *Riemann* », traduites par *L. Laugel,* avec une préface de M. *Hermite* et un discours de M. *Félix Klein*. 1766
— Annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *Demontzey,* Correspondant de la Section d'Économie rurale..... 1179
BERTRAND (Marcel). — Rapport sur le concours du prix Delesse (Minéralogie et Géologie)..... 93
— Rapport sur le concours du prix Tchiatcheff (Prix généraux)..... 131
— L'expédition au Groënland de la Société de Géographie de Berlin..... 805
— Est élu Membre de la Commission du prix Vaillant..... 1125
— Et de la Commission du prix Tchihatcheff..... 1256
— Et de la Commission chargée de présenter une question de prix Gay pour 1900..... 1322
BEUDON (Jules). — Sur des systèmes d'équations aux dérivées partielles analogues aux équations du premier

MM. Pages.

ordre 324
— Sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles analogues aux systèmes d'équations du premier ordre. 388
BIENAYMÉ (GUSTAVE). — La moitié du prix Montyon (Statistique) lui est attribuée..... 79
BIGOURDAN (G.). — Occultation des Pléiades par la Lune, le 3 janvier 1898, observée à l'équatorial de la tour de l'Ouest de l'Observatoire de Paris... 196
— Sur « l'Histoire céleste du XVII^e siècle » de *Pingré* 712
— Observations de la comète Perrine (1898, mars 19), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest, de $0^m,305$ d'ouverture)..... 943
— Observations des nouvelles comètes Coddington (1898, juin 18) et Giacobini (1898, juin 18), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)..... 1768
— Observations de la nouvelle comète Perrine (1898, juin 14) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest) 1770
BIRKELAND. — Sur le spectre des rayons cathodiques..... 228
— Sur une analogie d'action entre les rayons lumineux et les lignes de force magnétique 586
BLAISE (E.-E.). — Synthèse de l'acide térébique..... 349
— Sur la préparation et l'éthérification de l'acide diméthylsuccinique dissymétrique..... 753
— Nouvelle synthèse de l'acide diméthyl-3.3-pentanedioïque-1.5 1153
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1234
— Synthèse de l'acide tétraméthylglutarique symétrique 1808
BLANCHARD (ÉMILE). — Rapport sur le concours du prix Thore (Botanique). 97
— Est élu Membre de la Commission du prix Thore..... 1125
— Et de la Commission du prix Savigny. 1125
BLONDEL (ANDRÉ). — Le prix Gaston Planté lui est décerné..... 133
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 195
— Étude expérimentale de l'éclat des projecteurs de lumière. (En commun avec M. *J. Rey.*)..... 404
BLONDLOT (R.). — Sur la mesure directe d'une quantité d'électricité en unités électromagnétiques; application à la construction d'un compteur d'électricité..... 1691
BODIN (E.). — Sur les champignons intermédiaires aux *Trichophytons* et aux *Achorions*..... 1528
BODROUX (F.). — Sur quelques éthers oxydes du β-naphtol 840
— Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur quelques phénols 1282
BOIRIVANT (AUG.). — Sur le remplacement de la tige principale par une de ses ramifications 981
BONETTI (L.). — Perfectionnement aux tubes employés en Radiographie 1893
BONJEAN (EDMOND). — Sur la présence naturelle de grandes proportions de chlorure de potassium et de chlorure de sodium dans le jus des raisins et dans les vins des régions salées de l'Oranie 1275
BONNAFY. — Sur les malades rapatriés par les navires affrétés du Commerce et les transports-hôpitaux de l'État.. 1680
BONNIER (GASTON). — Rapport sur le concours du grand prix des Sciences physiques (Minéralogie et Géologie). 90
— Rapport sur le concours du prix Desmazières (Botanique)..... 93
— Fait hommage à l'Académie des neuf premiers Volumes de la « Revue générale de Botanique »..... 416
— Mouvements de la Sensitive développée dans l'eau 1001
BONNIER (JULES). — Sur un type nouveau de Copépode gallicole..... 769
BORDAS. — Un prix Thore (Botanique) lui est décerné 97
BORDAS (F.). — Sur l'amertume des vins. (En commun avec MM. *Joulin* et *de Raczkowski.*)..... 598
— Sur les microrganismes des vins dits *tournés.* (En commun avec MM. *Joulin* et *de Raczkowski*) 1050
— Amertume des vins. (En commun avec MM. *Joulin* et *de Raczkowski.*)..... 1291
— Des microrganismes des vins tournés. (En commun avec MM. *Joulin* et *de Raczkowski*) 1443
BORDAS (L.). — Étude sur l'anatomie et l'histologie du rectum et des glandes rectales des Orthoptères 911

MM. Pages.
— Étude des glandes défensives de quelques Coléoptères 1824
BORDIER (H.). — Influence des rayons X sur le phénomène de l'osmose 593
BOREL (Émile). — Sur les types de croissance et sur les fonctions entières. 321
BORNET est élu Membre de la Commission centrale administrative pour l'année 1899 14
— Rapport sur le concours du prix Thore (Botanique) 97
— Rapport sur le concours du prix Gay (Géographie physique) 119
— Est élu Membre de la Commission du prix Desmazières 1125
— Et de la Commission du prix Montagne. 1125
— Et de la Commission du prix de La Fons-Mélicocq 1125
— Et de la Commission du prix Thore ... 1125
— Et de la Commission du prix Gay ... 1322
BOSC. — Une mention lui est attribuée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) 103
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 195
— Les parasites du cancer et du sarcome (morphologie, répartition) 541
— Les parasites du cancer et du sarcome (coloration, structure, cycles de reproduction, dimorphisme évolutif) .. 1161
— Pathogénie et histogénèse du cancer (maladie parasitaire) 1293
BOUASSE (H.). — Remarque sur une Note de M. *Moreau*, intitulée : « Des cycles de torsion magnétique et de la torsion résiduelle du fer doux » 585
BOUASSE (H.). — Sur un mode de comparaison des courbes de torsion 466
BOUCHARD. — Rapport sur le concours du prix Lallemand (Médecine et Chirurgie) 110
— L'ampliation de l'oreillette du cœur pendant l'inspiration, démontrée par la radioscopie 310
— Est élu membre de la Commission de la Tuberculose 495
— Et de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie 1125
— Et de la Commission du prix Bréant .. 1125
— Et de la Commission du prix Godard .. 1126
— Et de la Commission du prix Barbier .. 1182
— Et de la Commission du prix Lallemand. 1182
— Et de la Commission du prix du baron Larrey 1182
— Et de la Commission du prix Bellion .. 1182

MM. Pages.
— Et de la Commission du prix Mège 1182
— Et de la Commission du prix Montyon (Physiologie expérimentale) 1182
— Et de la Commission du prix Philippeaux (Physiologie expérimentale) ... 1182
— Et de la Commission du prix Pourat .. 1322
— Et de la Commission chargée de présenter une question de prix Pourat pour 1900 1322
— Et de la Commission chargée de présenter des candidats au prix Leconte. 1690
BOUCHARDAT (G.). — Sur les isobornéols de synthèse; leur identité avec les alcools fénoïliques. (En commun avec M. *J. Lafont*.) 511
BOUDOUARD (O.). — Sur le néodyme ... 900
— Sur les limites d'inflammabilité de l'oxyde de carbone. (En commun avec M. *Le Chatelier*.) 1344
— Sur les limites d'inflammabilité des vapeurs essentielles. (En commun avec M. *Le Chatelier*.) 1510
— Sur les terres yttriques contenues dans les sables monazités 1648
— Sur la radiation des manchons à incandescence. (En commun avec M. *Le Chatelier* 1861
BOUDRAU (G.) adresse ses remercîments à l'Académie 317
BOUFFARD (A.). — Contribution à l'étude de l'oxydase des raisins. Son utilité dans la vinification. (En commun avec M. *Semichon*.) 693
BOUILHAC (R.). — Sur la végétation d'une plante verte, le Nostoc punctiforme, à l'obscurité absolue 1583
BOULARD. — Un prix Godard (Médecine et Chirurgie) lui est décerné 107
— Adresse ses remercîments à l'Académie 195
BOUQUET DE LA GRYE. — Rapport sur le concours du prix extraordinaire de six mille francs 66
— Demande à l'Académie d'inviter les deux Sections d'Astronomie et de Géographie et Navigation à étudier la question de la modification de l'heure nationale. 938
— Est élu membre de la Commission du Prix extraordinaire de 1898 1007
— Et de la Commission du prix Tchiatcheff. 1256
BOURGET (Henri). — Sur une extension de la méthode de quadrature de Gauss. 681
BOURGUIN. — Un prix Montyon (Mécanique) lui est attribué 71

MM. Pages.
BOURLET (G.). — Sur l'itération 583
BOURQUELOT. — Le prix Montagne (Botanique) lui est décerné..... 95
— Sur la préparation du gentianose. (En commun avec M. *L. Nardin*.)..... 280
— Sur la physiologie du gentianose; son dédoublement par les ferments solubles..... 1045
BOUSSINESQ. — Est élu membre de la Commission du prix de Mécanique, de 1898..... 1007
— Et de la Commission du prix Fourneyron..... 1322
BOUTAN (Louis). — Sur le développement de l'*Acmæa virginea*..... 1887
BOUTY (E.). — Nouvelle méthode pour la mesure de l'intensité des champs magnétiques..... 238
BOUVIER (E.-L.). — A propos des Crustacés brachyures et anomoures provenant des six dernières campagnes effectuées par S. A. le Prince de Monaco. (En commun avec M. *A. Milne-Edwards*.)..... 1245
— Note préliminaire sur la distribution géographique et l'évolution des Péripates..... 1358
— Sur l'organisation des Pleurotomaires. (En commun avec M. *H. Fischer*.)... 1361
— Nouvelles observations sur les *Peripatus*..... 1524
BREDIG (G.). — Sur la conductibilité électrique des solutions de permanganate de potassium..... 1269
BRENGUES. — Production de godets faviques par l'inoculation à l'homme et à la souris d'un Tricophyton pyogène. (En commun avec M. *Sabrazès*.)..... 1160
BRILLÉ. — Un encouragement lui est accordé dans le concours du prix Plumey (Mécanique)..... 72
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195
BRILLOUIN (Marcel). — Loi des déformations des métaux industriels..... 328
BROCA (André). — Expériences ergographiques pour mesurer la puissance maximum d'un muscle en régime régulier. (En commun avec M. *Ch. Richet*.)..... 356
— De l'influence de la fréquence des mouvements et du poids soulevé sur la puissance maximum du muscle en régime régulier. (En commun avec M. *Charles Richet*.)..... 485
— De l'influence des intermittences de repos et de travail sur la puissance moyenne du muscle. (En commun avec M. *Charles Richet*.)..... 656
— Quelques propriétés des cathodes placées dans un champ magnétique puissant..... 736
— Quelques propriétés de décharges électriques produites dans un champ magnétique. Assimilation au phénomène de Zeemann..... 823
BROUARDEL. — Rapport sur le concours du prix Montyon (Statistique)..... 84
— Est élu membre de la Commission de la Tuberculose..... 195
— Et de la Commission du prix Montyon (Statistique)..... 1008
— Et de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1125
— Et de la Commission du prix Bellion.. 1182
— Et de la Commission du prix Mège... 1182
BRUCKER (A.). — Sur les pièces buccales des Acariens..... 1821
BRUNEAU. — Le prix Rivot lui est décerné..... 136
BRUNHES (Jean). — Sur quelques phénomènes d'érosion et de corrosion fluviales..... 557
BRUNOTTE (Camille). — Sur l'origine de la double coiffe de la racine chez les Tropæolées..... 277
BUISINE (A.). — Fabrication de l'huile d'acétone, et en particulier de la méthyléthylcétone, au moyen des eaux de désuintage des laines. (En commun avec M. *P. Buisine*.)..... 351
BUISINE (P.). — Fabrication de l'huile d'acétone, et en particulier de la méthyléthylcétone, au moyen des eaux de désuintage des laines. (En commun avec M. *A. Buisine*.)..... 351
BUISSON (H.). — Transparence du bismuth dans un champ magnétique... 462
BURKHARDT (H.). — Sur le principe de correspondance..... 1854
BUROT. — La moitié du prix Montyon (Statistique) lui est attribuée. (En commun avec M. *Vincent*.)..... 79
— Un prix Bréant (Médecine et Chirurgie) lui est décerné..... 106
BUSSY (de) est élu Membre de la Commission du prix extraordinaire de 1898.. 1007
— Et de la Commission du prix Plumey.. 1007

C

MM. Pages.

CAILLETET (L.). — Sur l'étude de la haute atmosphère..... 1749

CALLANDREAU. — Remarque au sujet d'une Communication de M. *Georget* sur l'observation d'un bolide..... 296

— M. *Callandreau* annonce que le météore lumineux signalé comme un bolide doit être attribué à une montgolfière. 495

— Rapport sur le concours du prix Valz (Astronomie)..... 75

— Est élu membre de la commission du prix Lalande (Astronomie)..... 1007

— Et de la Commission du prix Valz (Astronomie)..... 1008

— Et de la Commission du prix Damoiseau..... 1322

— Notice sur M. *Souillard*, Correspondant pour la Section d'Astronomie.... 1455

CAMICHEL (Ch.). — Sur l'ampèremètre thermique à mercure..... 240

— Sur l'ampèremètre thermique à mercure, ses applications industrielles : nouvel étalon de force électromotrice. 1028

CAMUS (L.). — De l'action destructive d'un sérum sanguin sur les globules rouges d'une autre espèce animale. Immunisation contre cette action. (En commun avec M. *Gley*.)..... 428

CANNIEU (A.). — Notes embryologiques sur la migration des ganglions spinaux. 1373

— Sur le palmaire cutané et son évolution..... 1813

CARNOT (Ad.). — Sur la séparation et le dosage de l'iode, du brome et du chlore..... 187

— Recherches sur l'état où se trouvent le silicium et le chrome dans les produits sidérurgiques. (En commun avec M. *Goutal*.)..... 1240

— Note accompagnant la présentation du premier Volume de son « Traité d'Analyse des substances minérales »... 1400

CARPENTIER (J.). — Sur un amplificateur universel destiné aux agrandissements photographiques..... 893

CARVALLO (E.). — Recherches de précision sur la dispersion infra-rouge du quartz..... 728

— Recherches de précision sur la dispersion infra-rouge du spath d'Islande .. 950

MM. Pages.

CASSEDEBAT adresse une Note « Sur un corps simple gazeux, sécrété par le *Bacterium coli commune* »..... 195

CATOIS. — La névroglie de l'encéphale chez les Poissons..... 433

CAULLERY (Maurice). — Sur une Grégarine cœlomique présentant, dans son cycle évolutif, une phase de multiplication asporulée. (En commun avec M. *Félix Mesnil*.)..... 262

— Formes épitoques et polymorphisme évolutif chez une Annélide du groupe des Cirratuliens (*Dodecaceria concharum* Œrst.). (En commun avec M. *Félix Mesnil*.)..... 1669

CAUSSE (H.). — Sur les dérivés bromés de la morphine..... 1799

CAVALIER (J.). — Sur les monoéthers phosphoriques..... 1142

— Sur les diéthers phosphoriques..... 1214

— Sur les monoéthers phosphoriques.... 1285

CAZENEUVE (P.). — Sur les uréthanes aromatiques de la conicine. (En commun avec M. *Moreau*.)..... 481

— Sur la diméthylpipérazine et quelques combinaisons phénoliques de cette base. (En commun avec M. *Moreau*.)..... 1573

— Sur de nouvelles diuréthanes aromatiques de la pipérazine. (En commun avec M. *Moreau*.)..... 1802

— Sur un mode général de préparation des éthers carboniques mixtes de la série grasse et de la série aromatique. (En collaboration avec M. *A. Morel*.)..... 1871

CHALLE (Ad.) adresse un projet destiné à éviter les abordages en mer, par temps brumeux..... 379 et 875

CHAMEREAU (A.) adresse une Note « Sur un fossile trouvé dans le jurassique oxfordien »..... 1894

CHANTRON adresse un complément à sa Communication « Sur le vol des oiseaux »..... 195

— Adresse un complément à sa théorie de l'aviation..... 631

CHAPEL adresse une Note ayant pour titre : « Relations harmoniques des planètes supérieures »..... 928

MM. Pages.

CHARPENTIER (Aug.). — Visibilité de la tache aveugle 1634
— Vision entoptique et sensibilité dans la tache jaune..... 1711
CHARPY (Georges). — Sur les états d'équilibre du système ternaire : plomb-étain-bismuth..... 1569
— Sur la constitution des alliages ternaires..... 1645
CHARRIN (A.). — Production de substance mucinoïde par les bactéries. (En commun avec M. *A. Desprez.*) 596
— Paralysie expérimentale sous l'influence des venins. Altérations de la moelle (poliomyélite) et des nerfs (névrite). (En commun avec M. *Claude.*)..... 925
CHATIN (Ad.), Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et Correspondants pendant le cours de l'année 1897.... 14
— Allocution prononcée dans la séance publique annuelle du 10 janvier 1898. 53
— Du nombre et de la symétrie des faisceaux libéroligneux du pétiole, dans la mesure de la perfection des espèces végétales..... 700
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 862
— Est élu membre de la Commission du prix Desmazières..... 1125
— Et de la Commission du prix Montagne..... 1125
— Et de la Commission du prix La Fons-Melicocq..... 1125
— Et de la Commission du prix Barbier . 1182
CHATIN (Joannes). — Évolution et structure des éléments conjonctifs chez la Paludine..... 659
— Contribution à l'étude de la division cellulaire directe ou amitotique; ses anomalies, sa valeur fonctionnelle... 1163
CHAUVEAU. — Rapport sur le concours du prix Montyon (Physiologie expérimentale) 112
— Rapport sur le concours du prix La Caze (Physiologie)..... 114
— Rapport sur le concours du prix Pourat (Physiologie)..... 115
— Rapport sur le concours du prix Martin (Physiologie) 117
— Est élu membre de la Commission de la Tuberculose..... 495

MM. Pages.

— Et de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1125
— Et de la Commission du prix Montyon (Physiologie expérimentale)..... 1182
— Et de la Commission du prix Pourat.. 1322
— Et de la Commission chargée de présenter une question de prix Pourat pour 1900..... 1322
— Sur l'importance du sucre considéré comme aliment. Nouvelle démonstration de la supériorité de la valeur nutritive du sucre sur celle de la graisse, eu égard à la valeur thermogène respective de ces deux aliments simples..... 795
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 930
— La viande et l'amidon comparés au sucre, au point de vue de la valeur nutritive, chez le sujet qui travaille.. 1072
— Le sucre et la graisse, au point de vue de leur valeur nutritive respective, chez le sujet constamment tenu au repos. Cette valeur est la même que chez le sujet qui travaille 1118
CHAVASTELON. — Sur une combinaison cristallisée de l'acétylène avec le chlorure cuivreux..... 1810
CHICOTOT. — Une méthode de mensuration de l'aire du cœur par la Radiographie. (En commun avec M. *G. Variot.*)..... 1892
CHÉRON. — Un prix de *quinze cents francs* (Mécanique) lui est attribué dans le concours du prix extraordinaire de *six mille francs*..... 66
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 317
COLLET (A.). — Sur quelques dérivés halogénés de l'éthylphénylcétone.... 1577
COLLINS. — Une mention honorable lui est attribuée dans le concours du prix Lallemand (Médecine et Chirurgie)..... 110
COLSON (R.). — Influence de la diffusion des éléments du révélateur dans le développement photographique 470
COLSON (Albert). — Sur les causes du déplacement réciproque de deux acides..... 831
— Influence de la température sur les réactions chimiques..... 1136
— Sur les zones de réactions..... 1505
COMPAN. — Sur le pouvoir absorbant du 250

MM. Pages.

noir de fumée pour la chaleur rayonnante. (En commun avec M. *Crova*.).. 707
CONTREMOULINS. — Un prix Montyon (Médecine et Chirurgie) lui est attribué..... 103
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195
CORDIER (L.). — Sur le dosage du suc gastrique..... 353
CORNU (A.). — Rapport sur le concours du prix Gaston Planté..... 133
— Sur quelques résultats nouveaux relatifs au phénomène découvert par M. le Dr *Zeeman*..... 181
— Addition à la Note précédente sur le phénomène de Zeeman..... 300
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 368
— Note accompagnant la présentation de sa Notice « Sur l'œuvre scientifique de H. Fizeau »..... 369
— Remarques au sujet d'une Communication de M. *Ch. Féry* sur l'irradiation photographique..... 892
— Est élu Membre de la Commission du prix Trémont..... 1183
— Et de la Commission du prix Jérôme-Ponti..... 1256
— Et de la Commission du prix Leconte. 1256
— Et de la Commission du prix Kastner-Boursault..... 1256
— Et de la Commission du prix Estrade-Delcros..... 1256
— Est adjoint à la Commission chargée d'examiner un Mémoire de M. *A. Marx*..... 1615
COSSERAT (Eugène). — Sur les équations de la théorie de l'élasticité. (En commun avec M. *François Cosserat*.). 1089
— Sur les fonctions potentielles de la théorie de l'élasticité. (En commun avec M. *François Cosserat*.)..... 1129
COSSERAT (François). — Sur les équations de la théorie de l'élasticité. (En commun avec M. *Eugène Cosserat*.). 1089
— Sur les fonctions potentielles de la théorie de l'élasticité. (En commun avec M. *Eugène Cosserat*.)..... 1129

MM. Pages.

COSTANTIN (J.). — Essai de culture du *Tricholoma nudum*. (En commun avec M. *L. Matruchot*.)..... 853
COUPIN (Henri). — Sur la résistance des graines à l'immersion dans l'eau.... 1365
COURIOT (H.). — Recherches sur l'explosion des mélanges grisouteux par les courants électriques. (En commun avec M. *J. Meunier*.)..... 750
— Sur l'explosion des mélanges grisouteux par l'étincelle électrique. Principe de la dérivation du courant. (En commun avec M. *J. Meunier*.)..... 901
— Sur l'influence de la self-induction dans l'explosion des mélanges de grisou et d'air par l'étincelle électrique. (En commun avec M. *J. Meunier*.)..... 1134
— Examen d'un combustible minéral au moyen des rayons de Röntgen..... 1588
COURTADE. — Un prix Philipeaux (Physiologie expérimentale) lui est décerné..... 119
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 317
COUTIÈRE (H.). — Sur le développement de l'*Alpheus minus* Say..... 1430
CRÉMIEU (V.). — Sur un nouvel interrupteur pour les bobines d'induction..... 523
CREMONA est élu Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de feu *Brioschi*..... 375
CROVA. — Sur le pouvoir absorbant du noir de fumée pour la chaleur rayonnante. (En commun avec M. *Compan*.)..... 707
— Sur un actinomètre absolu..... 1394
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1538
CRULS (L.). — Observations de la comète périodique de d'Arrest, faites à l'observatoire de Rio de Janeiro avec l'équatorial de $0^m,25$..... 380
CRUSSARD. — Le prix Laplace lui est décerné..... 135
— Le prix Rivot lui est décerné..... 136
CYON (E. de). — Sur les fonctions de l'hypophyse cérébrale..... 1157

D

DARBOUX (Gaston). — Rapport sur le concours du prix Francœur..... 65
— Rappelle les titres de M. *Gauthier-Villars* à la reconnaissance du monde

MM. Pages.
savant 453
– Est élu Membre de la Commission centrale administrative pour l'année 1898..... 14
– Et de la Commission du prix Francœur de 1898 1007
– Et de la Commission du prix Poncelet..... 1007
– Et de la Commission du prix Gegner.. 1183
– Et de la Commission du prix Jérôme-Ponti 1256
– Et de la Commission du grand prix des Sciences mathématiques..... 1322
– Et de la Commission du prix Bordin (Sciences mathématiques)..... 1322
– Et de la Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques pour 1900.. 1322
– Et de la Commission chargée de présenter une question du prix Bordin (Sciences mathématiques) pour 1900. 1322
– Et de la Commission chargée de présenter des candidats au prix Leconte. 1696
DARBOUX (G.) fils. — Sur la structure du cirrophore chez les Polynoïdiens. 257
– Sur divers points de la morphologie externe des Aphroditiens 1226
DARGET adresse une réclamation de priorité au sujet d'épreuves photographiques obtenues sans lumière..... 495
– Adresse une Note relative à diverses reproductions photographiques 859
DASSONVILLE (C.). — Action des différents sels sur la structure des plantes. 856
DASTRE. — Sur la fonction martiale du foie chez les Vertébrés et les Invertébrés..... 378
– Pigments hépatiques chez les Vertébrés. (En commun avec M. *Floresco*.).... 1221
DECANTE. — Un prix de mille francs (Mécanique) lui est attribué dans le concours du prix extraordinaire de six mille francs..... 66
DÉCOMBE (L.). — Mesure directe de la période des oscillations hertziennes.. 518
– Sur la résonance multiple..... 1027
– Sur la constitution de l'étincelle explosive dans un diélectrique liquide.... 1197
DEFACQZ (Ed.). — Sur un iodure de tungstène..... 962
DEHÉRAIN (P.-P.). — Sur les pertes d'ammoniaque qui accompagnent la fabrication du fumier de ferme..... 1305
DEISS adresse une Note relative à une mesure directe de la parallaxe du Soleil..... 316
DELAGE (Yves). — Sur la place des Spongiaires dans la classification 545
— Les larves des Spongiaires et l'homologation des feuillets 767
DELAHOUSSE adresse un Mémoire intitulé : « Hygiène des grandes industries : Porcelaine, Cordonnerie, Couture » 1555
DELEBECQUE (André). — Sur les lacs de la Roche-de-Rame (Hautes-Alpes), du Lauzet (Basses-Alpes), de la Roquebrussane et de Tourves (Var)..... 1890
DELAURIER soumet au jugement de l'Académie des « Recherches sur la navigation aérienne sans ballons »..... 1486
DELÉPINE (Marcel). — Hydramides et bases isomères 343
— Sur l'hydrocinnamide..... 648
— Bases quinoléiques 964
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1057
— Isoquinoléine et tétrahydroisoquinoléine..... 1033
— Bases pyridiques 1794
DELZENNE. — Le prix Montyon (Physiologie expérimentale) lui est décerné. 112
— Adresse ses remercîments à l'Académie... 195
DEMANET (A.) adresse une Note « Sur une nouvelle méthode de résolution des équations algébriques et transcendantes »..... 316
DEMARÇAY (Eug.). — Sur le spectre et la nature du néodyme..... 1039
DEMONTZEY. — Sa mort est annoncée à l'Académie 1179
DEMOULIN (A.). — Sur les relations entre les éléments infinitésimaux de deux figures homographiques ou corrélatives..... 390
DEMOUSSY (E.). — Sur l'oxydation des ammoniaques composées par les ferments du sol..... 253
DENIGÈS (G.). — Combinaison obtenue avec l'azotate de mercure et le triméthylcarbinol..... 1043
— Réaction générale des carbures éthéniques. Combinaisons mercuriques correspondantes..... 1145
— Nouvelle réaction des alcools tertiaires et de leurs éthers..... 1277
Sur les fonctions organiques pouvant

MM. Pages.

se combiner au sulfate mercurique. Cas des acétones..... 1868
DEPREZ (MARCEL). — Sur un nouvel électrodynamomètre absolu..... 1608
— Est adjoint à la Commission chargée d'examiner les appareils de M. *Ader*. 1766
— Est élu membre de la Commission du prix Plumey..... 1007
— Et de la Commission du prix Kastner-Boursault..... 1256
DESGREZ (A.). — Sur la décomposition partielle du chloroforme dans l'organisme. (En commun avec M. *Nicloux*.). 758
— Production de substance mucinoïde par les bactéries. (En commun avec M. *A. Charrin*.)..... 596
DESLANDRES (H.). — Nouvelle série de photographies de la chromosphère entière du Soleil..... 879
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 992
— Contribution à l'étude du phénomène de Zeeman. (En commun avec M. *H. Becquerel*.)..... 997
— Explication simple de plusieurs phénomènes célestes par les rayons cathodiques..... 1323
— Contenu d'un pli cacheté : Recherches spectrales sur l'air atmosphérique. (En commun avec M. *Moissan*.)..... 1689
DEVAUX (HENRI). — Origine de la structure des lenticelles..... 1432
DEVÉ (CH.). — Sur des lunettes autocollimatrices à longue portée et un vérificateur optique des lignes et surfaces de machines..... 636
DEWAR (JAMES). — Sur la liquéfaction de l'hydrogène et de l'hélium..... 1408
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1538
DITTE (A.). — Action du sulfate de chaux sur quelques sels haloïdes alcalins .. 694
— Est élu Membre de la Commission du prix Jecker (Chimie organique)..... 1010
— Et de la Commission du prix Cahours. 1256
DOLLFUS (GUSTAVE-F.). — Sur un tuf quaternaire reconnu à Montigny, près Yernon..... 1369
DONGIER (R.). — Sur le pouvoir rotatoire du quartz dans l'infra-rouge ... 1627
DOUVILLE (H.). — Sur la classification

MM. Pages.

phylogénique des Lamellibranches... 916
DRAKE DE LCASTILLO (EMM.). — Sur les Rubiacées de la flore de Madagascar. 1763
DROUIN. — Sur l'emploi du chlorure de palladium pour la recherche dans l'air de très petites quantités d'oxyde de carbone et sur la transformation de ce gaz, à la température ordinaire, en acide carbonique. (En commun avec M. *Potain*.)..... 938
DUBOIS (de Berne). — Résistance du corps humain dans la période d'état variable du courant galvanique..... 1790
DUCLAUX. — Est élu membre de la Commission de la Tuberculose..... 495
— Et de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) 1125
— Et de la Commission du prix Montyon (Physiologie expérimentale)..... 1182
— Et de la Commission chargée de présenter une question de prix Pourat pour 1900..... 1322
— Et de la Commission chargée de présenter des candidats au prix Leconte. 1696
DUCRETET (E.). — Poste récepteur pour la télégraphie hertzienne sans fils ... 1266
— Enregistrement des décharges électriques atmosphériques..... 1743
DUMONT (EUGÈNE). — Recherches sur les propriétés magnétiques des aciers au nickel..... 741
DUPARC. — Sur le poudingue de l'Amône dans le val Ferret suisse. (En commun avec M. *F. Pearce*.)..... 551
DUPORCQ (ERNEST). — Sur la correspondance quadratique et rationnelle de deux figures planes, et sur un déplacement remarquable 1405
DUPRAT (CH.). — Étoiles filantes des mois de novembre et décembre 1897, observées à Basse-Terre (Guadeloupe). 317
DURANTE (GUSTAVE). — Un prix Lallemand (Médecine et Chirurgie) lui est attribué..... 110
DURR (CH.) adresse divers Mémoires relatifs à des questions de Médecine... 1766
DUSSAUD. — Sur le transport des variations lumineuses au moyen d'un fil conducteur de l'électricité 1152
DYBOWSKI. — Sur une Graminée du Soudan..... 771

E

MM. Pages.

EBERT (W.). — Sur la détermination des premiers termes de flexion d'un instrument méridien. Application au cercle du jardin de l'Observatoire de Paris. (En commun avec M. *J. Perchot.*) 27

— Sur une transformation de l'équation d'Hamilton. (En commun avec M. *J. Perchot.*) 1017

EGINITIS (D.). — Sur l'agrandissement des disques du Soleil et de la Lune à l'horizon 1326

EMMENS (STEPHAN) adresse une Lettre relative à un projet d'expédition au pôle antarctique 1257

ERIKSSON (JACOB). — Le prix Desmazières (Botanique) lui est décerné 93

— Adresse ses remercîments à l'Académie. 195

ÉTARD (A.). — Sur un hydrure de dicamphène cristallisé. (En commun avec M. *G. Meker.*) 556

F

FABRE-DOMERGUE. — Une mention lui est attribuée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)... 163

— Adresse ses remercîments à l'Académie 195

FABRY (CH.). — Sur une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle. (En commun avec M. *A. Perot.*) 34

— Sur un spectroscope interférentiel. (En commun avec M. *A. Perot.*) 331

— Étude de quelques radiations par la spectroscopie interférentielle. (En commun avec M. *A. Perot.*) 407

— Sur une méthode de détermination du numéro d'ordre d'une frange d'ordre élevé. (En commun avec M. *A. Perot.*) 1561

— Sur la détermination des numéros d'ordre de franges d'ordre élevé. (En commun avec M. *A. Perot.*) 1624

— Sur l'étude des radiations du mercure et mesure de leurs longueurs d'onde. (En commun avec M. *A. Perot.*) 1706

— Méthode pour la mesure optique de longueurs pouvant atteindre plusieurs décimètres. (En commun avec M. *A. Perot.*) 1779

FABRY (Louis). — Le prix Valz (Astronomie) lui est décerné 75

— Adresse ses remercîments à l'Académie 195

FAURIE (G.-A.). — Sur les déformations permanentes et la rupture des métaux 400

FAYE présente le « Cours de Géodésie pratique » de M. le colonel *Witkowsky* 316

— Est élu membre de la Commission du prix Lalande (Astronomie) 1007

— Et de la Commission du prix Valz (Astronomie) 1007

— Et de la Commission du prix Trémont. 1183

— Et de la Commission du prix Delalande-Guérineau 1256

— Et de la Commission du prix Houllevigue 1256

— Et de la Commission du prix Damoiseau 1322

FAYET (G.). — Observations de la comète Perrine (1898, mars 19), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest, de $0^m,305$ d'ouverture) 943

— Éléments provisoires de la comète Perrine (14 juin 1898) 1767

— Observations de la nouvelle comète Perrine (1898, juin 14), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest) 1770

FÉRAUD (ADRIEN). — Sur le développement de la fonction perturbatrice ... 1402

FERRAN (JAIME) adresse un Mémoire intitulé : « Nouvelles découvertes relatives au bacille de la tuberculose et à la solution expérimentale du problème de la prophylaxie et de la guérison de cette maladie » 1555

FÉRY (CH.). — Du rôle de la diffraction dans les effets obtenus avec les ré-

MM. Pages.

seaux ou trames photographiques... 333
— Sur l'irradiation photographique, applications diverses..... 890
— Sur un nouvel étalon lumineux..... 1192
— Méthode nouvelle pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur. (En commun avec M. *J.-B. Baille*.). 1495
FICHEUR (E.). — Les plissements de l'Aurès et les formations oligocènes dans le sud de Constantine..... 1826
FINCK (E.). — Action de l'oxyde de carbone (CO) sur le chlorure palladeux ($PdCl^2$)..... 646
FISCHER (H.). — Sur l'organisation des Pleurotomaires..... 1361
FLAHAUT (CHARLES). — Le prix Gay (Géographie physique) lui est décerné..... 119
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195
FLATAU (J.). — Nouvelle méthode de séparation du géraniol et du citronnellol. (En commun avec M. *Labbé*.). 1725
— Sur les acides des essences de Géranium. (En commun avec M. *Labbé*.). 1876
FLEURENT (E.). — Contribution à l'étude des matières albuminoïdes contenues dans les farines des légumineuses et des céréales..... 1374
— Sur la répartition du gluten et de ses principes immédiats dans l'amande farineuse du grain de froment..... 1592
FLORESCO (N.). — Pigments hépatiques chez les Vertébrés. (En commun avec M. *A. Dastre*.)..... 1221
FLUSIN (G.). — Sur l'osmose des liquides à travers une membrane de caoutchouc vulcanisé..... 1497
FONTANEAU (E.). — Sur un cas particulier du mouvement des liquides... 630
FONVIELLE (W. DE). — Ascensions aérostatiques internationales du 8 juin. 1743
FORCRAND (DE). — Sur l'aldéhydate d'ammoniaque..... 248
FOUCHÉ (MAURICE). — Sur les systèmes de surfaces triplement orthogonales, où les surfaces d'une même famille admettent la même représentation sphérique de leurs lignes de courbure..... 219
FOUQUÉ (F.). — Rapport sur le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles)..... 129
— Est élu membre de la Commission du prix Vaillant..... 1125
— Et de la Commission chargée de présenter une question de prix Gay pour 1900..... 1322
FOVEAU DE COURMELLES. — De la visibilité des rayons X par certains jeunes aveugles..... 919
FRÉMONT. — Le prix Trémont lui est décerné..... 129
FREYCINET (DE). — Rapport sur le concours du prix Montyon (Statistique). 85
— Est élu membre de la Commission de la Tuberculose..... 495
— Et de la Commission du prix Montyon (Statistique)..... 1008
FRIEDEL. — Rapport sur le concours du prix Cahours..... 135
— Est élu membre de la Commission du prix Jecker (Chimie organique)..... 1010
— Et de la Commission du prix Montyon (Arts insalubres)..... 1189
— Et de la Commission du prix Cahours. 1256
— Et de la Commission du prix Saintour. 1256

GAILLARD. — Sur l'âge des graviers quaternaires de Villefranche (Rhône)... 147
GARRIGOU-LAGRANGE (P.). — Sur les caractères des saisons et des années successives..... 829
— De l'influence des mouvements de la Lune sur les oscillations de l'atmosphère..... 1173
GARRIGOU (F.). — Sur un moyen d'augmenter l'intensité et la rapidité d'action des rayons X..... 1104
GAUCHER. — Un prix Montyon (Médecine et Chirurgie) lui est décerné.... 103
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195
GAUDRY (ALBERT). — Rapport sur le concours du prix Cuvier..... 126
— Est élu membre de la Commission chargée de présenter une question de prix Gay pour 1900..... 1322
GAUTHIER-VILLARS (JEAN-ALBERT). — Sa mort est annoncée à l'Académie.. 453

MM. Pages.

GAUTIER (ARMAND). — Sur le dosage de l'oxyde de carbone dilué dans de grandes quantités d'air 793
— Étude préliminaire d'une méthode de dosage de l'oxyde de carbone dilué d'air..... 931
— Méthode pour reconnaître et doser l'oxyde de carbone en présence des autres gaz carburés de l'air..... 1299
— Sur quelques causes d'incertitude dans le dosage précis de l'acide carbonique et de l'eau dilués dans de grands volumes d'air ou de gaz inertes.... 1387
— Action de quelques réactifs sur l'oxyde de carbone, en vue de son dosage dans l'air des villes 871
— Rapport sur le concours du prix Montyon (Arts insalubres)..... 123
— Est élu membre de la Commission de la Tuberculose 495
— Et de la Commission du prix Jecker (Chimie organique)..... 1010
— Et de la Commission du prix Montyon (Arts insalubres)..... 1182
GAUTIER (P.). — Sur les minéraux des fumerolles basaltiques de Royat (Puy-de-Dôme). (En commun avec M. *A. Lacroix*.)..... 1529
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1836
GAUTIER (R.). — Le retour de la première comète périodique de Tempel (1867, II) en 1898..... 1257
GEORGET. — Observation d'un bolide double, à Vannes, le 3 janvier 1898.. 295
GÉRARD (E.). — Sur les cholestérines des végétaux inférieurs 909
GERBER (C.). — De la fécondation directe chez quelques plantes dont les fleurs semblent adaptées à la fécondation croisée... 1734
GIACOBINI. — Découverte d'une nouvelle comète, à l'observatoire de Nice.... 1767
GIN. — Contribution à l'étude des fours électriques. (En commun avec M. *Leleux*.)..... 236
— Sur la dissociation des carbures de baryum et de manganèse. (En commun avec M. *Leleux*.)..... 749
GIRAN (H.). — Sur une combinaison de l'anhydride phosphorique avec le benzène..... 592
GIRARD (AIMÉ). — Recherches sur le développement progressif de la grappe de raisin. (En commun avec M. *Lindet*.)..... 1310
— Sa mort est annoncée à l'Académie 1059
GIRARD (J.-B.). — Un encouragement lui est attribué dans le concours du prix Plumey (Mécanique)..... 79
GIROD adresse l'indication d'un procédé pour la détermination de la place des projectiles dans les tissus et une réclamation de priorité à ce sujet..... 875
GLANGEAUD (PH.). — Un plissement remarquable à l'ouest du Massif central de la France..... 1737
GLEY (E.). — De l'action destructive du sérum sanguin sur les globules rouges d'une autre espèce animale. Immunisation contre cette action. (En commun avec M. *L. Camus*.)..... 428
GOLDSTEIN (E.). — Remarques sur les rayons cathodiques..... 1199
GONNARD (A.). — Sur l'apathie de certaines enclaves granulitiques du Chuquet-Genestoux (Puy-de-Dôme). (En commun avec M. *Adelphe*.) 1532
GONNARD (F.). — Sur les formes cristallines de l'oligiste du puy de la Tache (Mont Dore)..... 1048
— Sur les formes cristallines du quartz des géodes de Meylan (Isère)..... 1731
GOSSELET. — Le prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) lui est décerné.. 129
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195
GOSSOT. — Une part du prix de trois mille cinq cents francs (Mécanique) lui est attribuée dans le concours du prix extraordinaire de six mille francs. 66
Adresse ses remercîments à l'Académie..... 317
GOURFIN. — Une mention dans le concours du prix Montyon (Physiologie expérimentale) lui est attribuée..... 112
GOURGUECHON. — Le prix Rivot lui est décerné..... 136
GOURSAT (E.). — Sur la théorie générale des caractéristiques des équations aux dérivées partielles..... 1332
GOUTAL. — Recherches sur l'état où se trouvent le silicium et le chlore dans les produits sidérurgiques. (En commun avec M. *A. Carnot*.)..... 1240
GRAMONT (A. DE). — Analyse spectrale des composés non conducteurs, par les sels fondus..... 1155

MM. Pages.

— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1234
— Analyse spectrale de quelques minéraux non conducteurs par les sels fondus et réactions des éléments..... 1513
GRAMONT DE LESPARRE (A. DE). — Sur la germination et la fécondation hivernales de la Truffe..... 281
— Sur la germination estivale des spores de la Truffe et la production des téleutospores..... 440
— Sur l'aptitude a germer des spores de la Truffe et le rôle de l'arome..... 599
GRANDIDIER (ALFRED) est élu membre de la Commission du prix Savigny... 1125
— Et de la Commission du prix Delalande-Guérineau..... 1256
— Et de la Commission du prix Tchihatcheff..... 1256
— Et de la Commission du prix Gay.... 1322
GRAVIER (CH.). — Sur l'encéphale des Glycériens..... 972
— Sur le système nerveux proboscidien des Glycériens..... 1817
GRIGNARD (V.). — Sur l'acétylbutyrate d'éthyl β-isopropylé et les acides diisopropylhexènedioïques stéréoisomères. (En commun avec M. *Ph. Barbier*.)..... 251
GRIMAUX. — Rapport sur le concours du prix Jecker (Chimie)..... 88
— Est élu membre de la Commission du prix Jecker (Chimie organique)..... 1010
— Sur les dérivés de la cinchonine..... 575
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 670
— Sur quelques dérivés de la tétraméthyldiamidobenzophénone..... 1117
GRUVEL (A.). — Sur le prétendu *chloragogène* de la cavité générale des Aphélies..... 272
— Nouvelles observations sur quelques stades de l'évolution des *Urnes*. (En commun avec M. *J. Kunstler*.)..... 970
GUÉBHARD (ADRIEN). — Sur un procédé simple de transformation directe, en clichés photographiques, des clichés typographiques, et autres objets de faible relief plan..... 40
— Sur la prépondérance de l'action mécanique des courants de convection, dans les enregistrements de figures d'effluves sur plaques voilées soumises à l'action de pôles thermiques dans les bains révélateurs..... 589
— Du rôle de la diffusion dans les bains révélateurs..... 1341
GUGGENHEIMER (S.). — Nouvelles recherches relatives à l'influence des rayons X sur la distance explosive de l'étincelle électrique..... 416
GUICHARD (C.). — Sur les congruences conjuguées aux réseaux C..... 718
— Sur les congruences qui sont de plusieurs manières des congruences K.. 1011
— Sur les congruences rectilignes..... 1183
— Sur les surfaces minima..... 1487
— Sur les surfaces à courbure totale constante..... 1556 et 1616
GUIGNARD. — Rapport sur le concours du prix Montagne..... 95
— Est élu membre de la Commission du prix Desmazières..... 1125
— Et de la Commission du prix Montagne..... 1125
— Et de la Commission du prix La Fons-Mélicocq..... 1125
— Et de la Commission du prix Thore... 1125
— Et de la Commission du prix Barbier.. 1182
— Et de la Commission du prix Gay.... 1322
GUILLAUME (CH.-ED.). — Recherches sur les aciers au nickel. Variations de volume des alliages irréversibles..... 738
— Sur la détermination des courbes terminales des spiraux. (En commun avec M. *J. Pettavel*.)..... 1492
GUILLAUME (J.). — Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le quatrième trimestre de 1897..... 876
GUILLEMARE (A.). — Acide phyllocyanique et les phyllocyanates..... 426
GUINARD. — Le prix Martin-Damourette (Physiologie) lui est décerné..... 117
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195
GULDBERG (ALF.). — Sur les équations aux différentielles totales..... 1335
GUNTZ. — Sur la chaleur de formation du carbure de lithium..... 1866
GUTTON (C.). — Sur le passage des ondes électriques d'un conducteur à un autre. 1092
GUYON. — Rapport sur le concours du prix Godard (Médecine et Chirurgie). 107
— Rapport sur le concours du prix Bellion (Médecine et Chirurgie)..... 108
— Est élu Membre de la Commission de la Tuberculose..... 495

MM. Pages.
— Et de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1125
— Et de la Commission du prix Bréant.. 1125
— Et de la Commission du prix Godard. 1126
— Et de la Commission du prix Barbier.. 1182
— Et de la Commission du prix du baron Larrey..... 1182
— Et de la Commission du prix Bellion.. 1182
— Et de la Commission du prix Mège... 1182
— Et de la Commission du prix Pourat.. 1322
GUYON. — Un prix Philipeaux (Physiologie expérimentale) lui est attribué. (En commun avec M. *Courtade*.)..... 119
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 317
GUYOT (A.). — Sur les acides diméthylamido, diéthylamido, orthobenzoyl et ortho-benzylbenzoïques et quelques-uns de leurs dérivés. (En commun avec M. *A. Haller*)..... 1248
— Sur la préparation et les propriétés des dialcoylamido-anthraquinones-3. (En commun avec M. *Haller*.)..... 1544
GUYOU. — Rapport sur le concours du Prix extraordinaire de six mille francs (Mécanique)..... 66
— Rapport sur le concours du prix Plumey (Mécanique)..... 72
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du Prix extraordinaire de 1898..... 1007
— Et de la Commission du prix Plumey.. 1007
— Et de la Commission du prix Tchihatcheff..... 1258

H

HADAMARD. — Les invariants intégraux et l'Optique..... 811
HALLER. — Le prix Jecker (Chimie) lui est décerné..... 88
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195
— Sur les acides diméthylamido-diéthylamido-orthobenzoyl et orthobenzylbenzoïques, et quelques-uns de leurs dérivés. (En commun avec M. *A. Guyot*.)..... 1248
— Sur la préparation et les propriétés des dialcoylamido-anthraquinones-3. (En commun avec M. *A. Guyot*.)..... 1544
HAMY (Maurice). — Sur le spectre du cadmium dans un tube à vide..... 231
— Application des franges d'interférence à grandes différences de marche, à l'étude des micromètres..... 1772
HARDY (E.). — Sur quelques expériences de Télégraphie acoustique sous-marine, à l'aide d'un microphone à pivots..... 1496
HATON DE LA GOUPILLIÈRE. — Est élu membre de la Commission du prix Montyon (Statistique)..... 1008
HATT. — Notice sur la vie et les travaux de M. *d'Abbadie*..... 173
— Expression des coefficients de la marée au moyen d'une somme de termes périodiques..... 1111
HAUG (E.). — Sur l'origine des nappes de recouvrement de la région de l'Ubaye. (En commun avec M. *Kilian*). 554
HAUSSERT (J.). — Sur la stérilisation des liquides par filtration..... 844
HAUTEFEUILLE. — Est élu membre de la Commission du prix Vaillant..... 1125
HÉBERT. — Une part du prix Cahours lui est attribuée..... 135
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 317
HÉBERT (Alexandre). — Sur l'emploi des engrais en Horticulture. (En commun avec M. *G. Truffaut*.)..... 1831
HENNEGUY (L.-F.). — Sur le rapport des centrosomes avec les cils vibratiles..... 975
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1057
HENRIET (H.). — L'acide carbonique de l'atmosphère. (En commun avec M. *A. Lévy*.)..... 1651
HERMITE. — Est élu membre de la Commission du prix Francœur..... 1007
— Et de la Commission du prix Poncelet.. 1007
— Et de la Commission du prix Gegner.. 1183
— Et de la Commission du prix Leconte. 1256
— Et de la Commission du prix Houllevigue..... 1256
— Et de la Commission du grand prix des Sciences mathématiques..... 1322
— Et de la Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques..... 1322
HORN (J.). — Sur les intégrales irrégulières des équations différentielles li-

MM. Pages.

néaires 205
HUGOT (C.). — Action du sodammonium en excès sur le phosphore 1719
HUMBERT (G.). — Sur la décomposition des fonctions Θ en facteurs 394
— Sur les fonctions abéliennes singulières. 508
— Sur la transformation des fonctions abéliennes 814
— Sur les transformations singulières des fonctions abéliennes 882
HUOT. — Préliminaire sur l'origine des capsules surrénales des Poissons lophobranches 49

I

IMBERT (H.). — Action de la cyanamide sur le bromanile, en présence de la potasse 529
— Action de la cyanamide sur le chloranile, en présence de la potasse 1879

J

JAHNKE (E.). — Nouvelles expressions des éléments d'un système orthogonal par les fonctions thêta de deux arguments et leur application à la Dynamique 1013
— Expressions des dérivées des fonctions thêta de deux arguments au moyen des carrés des fonctions thêta 1083
— Sur le mouvement d'un corps grave de révolution, suspendu par un point de son axe 1126
JANET (CHARLES). — Sur les limites morphologiques des anneaux du tégument et sur la situation des membranes articulaires chez les Hyménoptères arrivés à l'état d'imago 435
— Sur une cavité du tégument servant, chez les *Myrmicinæ*, à étaler, au contact de l'air, un produit de sécrétion 1168
JANET (P.). — Sur la température des lampes à incandescence 734
— Sur le redressement des courants alternatifs 1785
JANSSEN. — Rapport sur le concours du prix Lalande (Astronomie) 73
— Remarques sur une Communication de M. *Rabourdin*, et sur la méthode propre à donner des nébuleuses des images comparables 383
— Est élu membre de la Commission du prix Lalande (Astronomie) 1007
— Et de la Commission du prix Valz (Astronomie) 1008
JARRY. — Sur les bromures d'argent ammoniacaux 1138
JAUBERT (GEORGES-F.). — Synthèse de la safranine 1516
JÉNIN (O.) adresse un Mémoire relatif à l'emploi de l'hydrogène pour le gonflement des aérostats 631
JOLLY (L.). — Recherches sur le phosphore organique 531
JOANNIS est présenté par l'Académie pour la chaire de Chimie minérale, vacante au Collège de France 26
JOB (ANDRÉ). — Sur de nouveaux composés des métaux de la cérite 246
JOLY (G.). — De la solipédisation des Equidés dans les temps actuels 1579
JONQUIÈRES (DE). — Solutions algébriques de diverses questions concernant les équations indéterminées du second degré à trois termes 863
— *Errata* se rapportant à cette Communication 992
— Sur un point de doctrine dans la théorie des formes quadratiques 991
— Offre à l'Académie une Lettre autographe de *Gauss* 1011
— Addition à une précédente Communication, concernant la théorie des formes quadratiques 1077
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1177
— Formules générales donnant des valeurs de D pour lesquelles l'équation $t^2 - Du^2 = -1$ est résoluble en nombres entiers 1837
— Rapport sur le concours du prix Montyon (Statistique) 82
— Est élu membre de la Commission de la

MM. Pages.

Tuberculose..... 495
— Et de la Commission du Prix extraordinaire de 1898 1007
— Et de la Commission du prix Montyon (Statistique)..... 1008
JORDAN (CAMILLE). — Est élu membre de la Commission du grand prix des Sciences mathématiques 1322
— Et de la Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques..... 1322
JOULIN. — Sur l'amertume des vins. (En commun avec MM. *Bordas* et *de Rackowski.*)..... 598
— Amertume des vins. (En commun avec MM. *Bordas* et *de Rackowski.*)..... 1291
— Sur les microrganismes des vins dits *tournés*. (En commun avec MM. *Bordas* et *de Rackowski.*).... 1050 et 1443
JUND adresse une Note relative aux procédés à employer pour perfectionner la reproduction des couleurs, en Photographie..... 1126

K

KANTOR (S.) adresse une réclamation de priorité à l'occasion de diverses Notes de M. *Paul Serret*..... 928
— Théorème fondamental sur les transformations birationnelles à coefficients entiers 946
KAUFMANN. — Le prix Pourat (Physiologie) lui est décerné..... 115
KILIAN (W.). — Sur l'origine des nappes de recouvrement de la région de l'Ubaye. (En commun avec M. *Haug.*) 554
— Contributions à la connaissance des roches éruptives dans les Alpes françaises. (En commun avec M. *P. Termier.*)..... 1368
KLEIN (H.) adresse un Mémoire « Sur la densité des liqueurs hydro-alcooliques simples »..... 1255
KRAUSE (M.). — Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce..... 1086
— Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce ..... 1489 et 1618
KRUGER (P.-S.). — Sur l'ellipsoïde de Jacobi..... 1126
KUNSTLER (J.). — Sur le prétendu *chloragogène* de la cavité générale des Ophélies. (En commun avec M. *A. Gruvel.*)..... 272
— Influence du milieu et des variations chez les Protozoaires 765
— Nouvelles observations sur quelques stades de l'évolution des *Urnes*. (En commun avec M. *A. Gruvel.*) 970

L

LABBÉ. — Nouvelle méthode de séparation du géraniol et du citronnellol. (En commun avec M. *J. Flatau.*)..... 1725
— Sur les acides des essences de Géranium. (En commun avec M. *J. Flatau.*)... 1876
LABORDE (J.). — Sur l'oxydase du *Botrytis cinerea*..... 536
— Sur les ferments des maladies des vins. 1223
LACAZE-DUTHIERS (DE) est élu Membre de la Commission du prix Savigny... 1125
LACROIX (A.). — Sur le sulfate anhydre de calcium produit par la déshydratation complète du gypse 360
— Sur la formation d'anhydride par calcination du gypse à haute température. 553
— Sur la ktypéite, nouvelle forme de carbonate de calcium, différente de la calcite et de l'aragonite..... 602
— Sur les minéraux des fumerolles basaltiques de Royat (Puy-de-Dôme). (En commun avec M. *P. Gautier.*)..... 1529
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1836
LAFONT (J.). — Sur les isobornéols de synthèse; leur identité avec les alcools fénoïliques. (En commun avec M. *Bouchardat.*)..... 755
LAGARDE (I.). — Éléments de la comète Perrine..... 946
— Éléments de la comète Giacobini..... 1851

MM. Pages.

LAGARDE (L.) soumet au jugement de l'Académie divers appareils électriques dont il donne la description et l'emploi. 1010
LALOUX adresse un Mémoire sur un « Moteur rotatif ou turbine à vapeur et à gaz divers » 1056
LANNELONGUE. — Rapport sur le concours du prix du baron Larrey (Médecine et Chirurgie)..... 111
— Est élu membre de la Commission de la tuberculose..... 495
— Et de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) 1125
— Et de la Commission du prix Bréant.. 1125
— Et de la Commission du prix Godard. 1126
— Et de la Commission du prix Barbier. 1182
— Et de la Commission du prix du baron Larrey..... 1182
— Et de la Commission du prix Bellion.. 1182
— Et de la Commission du prix Mège ... 1182
LAPIQUE. — Une troisième mention lui est attribuée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie). 103
LAPPARENT (DE). — Est élu membre de la Commission du prix Vaillant..... 1125
— Et de la Commission chargée de présenter une question de prix Gay pour 1900..... 1322
— Est adjoint à la Commission chargée d'examiner un Mémoire de M. *A. Marx*..... 1615
LAURENT (H.). — Sur la théorie des nombres premiers 809
LAUSSEDAT. — Centenaire de la fondation du Conservatoire des Arts et Métiers..... 1747
LÉAUTÉ. — Est élu membre de la Commission du prix Montyon (Mécanique). 1007
— Et de la Commission du prix Fourneyron 1322
LEBEAU. — Une part du prix Cahours lui est attribuée..... 135
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 195
— Préparation du glucinium par électrolyse..... 744
— Sur le traitement industriel de l'émeraude au four électrique..... 1202
— Sur l'iodure de glucinium..... 1272
— Sur un borocarbure de glucinium 1347
— Sur la préparation et les propriétés du fluorure de glucinium anhydre et de l'oxyfluorure de glucinium 1418
LE CHATELIER (H.). — Est présenté par l'Académie pour la chaire de Chimie minérale, vacante au Collège de France 26
— Sur les limites d'inflammabilité de l'oxyde de carbone. (En commun avec M. *Boudouard*)..... 1344
— Sur les limites d'inflammabilité des vapeurs combustibles. (En commun avec M. *Boudouard.*)..... 1510
— Sur la résistance électrique des aciers. 1709
— Influence de la trempe sur la résistance électrique de l'acier..... 1782
— Sur la radiation des manchons à incandescence. (En commun avec M. *Boudouard.*) 1861
LECLERC DU SABLON. — Sur les matières de réserve de la Ficaire..... 913
LECORNU (L.). — Sur la stabilité de l'équilibre 1777
LE DANTEC (FÉLIX). — Sexe et dissymétrie moléculaire..... 264
LEDUC (A.). — Sur le mélange des gaz. 218
— Sur la composition de l'air en divers lieux et la densité des gaz..... 413
— Sur le mélange des gaz 1859
— Sur la chaleur spécifique de l'air à pression constante 1860
LEGRAIN (ÉMILE). — Une récompense lui est attribuée dans le concours du prix Bréant (Médecine et Chirurgie) 106
LEGRAND. — Un prix Bréant (Médecine et Chirurgie) lui est décerné..... 106
LEGRAND (EMMANUEL). — Sur la conductibilité électrique des solutions de permanganate de potassium..... 1025
LELEUX. — Contribution à l'étude des fours électriques. (En commun avec M. *Gin.*)..... 236
— Sur la dissociation des carbures de baryum et de manganèse. (En commun avec M. *Gin.*)..... 749
LÉMERAY. — Sur quelques algorithmes généraux et sur l'itération..... 510
— Sur certaines équations fonctionnelles linéaires..... 949
LEMOULT (PAUL). — Sur les éthers isocyaniques et la chaleur de formation de l'acide cyanique liquide..... 43
LÉNARD. — Le prix La Caze (Physique) lui est décerné..... 77
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 195
LE NORDEZ. — Une station préhistorique au mont d'Huberville, près Valognes. 773
LEPAGE. — Une mention honorable lui est attribuée 79

MM. Pages.

LEPIERRE (CHARLES). — Mucine vraie produite par un bacille fluorescent pathogène 761
— L'acidité urinaire et sa détermination. 1534
— Mucine nouvelle extraite d'un kyste ovarien..... 1661
LE ROUX (J.). — Sur les invariants des équations linéaires aux dérivées partielles à deux variables indépendantes. 721
LEROUX (S.) adresse un Mémoire « Sur l'influence de la hauteur d'une colonne de liquide sucré, pendant sa fermentation »..... 27
LE ROY (G.-A.). — Recherche de la sciure de bois dans les farines 1047
LE ROY (FERNAND). — Sur la résistance électrique du silicium cristallisé..... 244
LÉVY (ALBERT). — L'acide carbonique de l'atmosphère. (En commun avec M. *H. Henriet.*)..... 1651
LÉVY (MAURICE) présente la première Partie des Leçons qu'il a professées au Collège de France, en 1893-1894, « Sur la théorie des Marées »..... 1007
— Fait hommage à l'Académie de la première Partie de son « Étude sur les moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux », rédigée en collaboration avec M. *Pavie*..... 1125
— Sur la légitimité de la règle dite *du trapèze*, dans l'étude de la résistance des barrages en maçonnerie 1235
— Communique des photographies en couleurs obtenues par M. *Dugardin*. 1834
— Rapport sur un Mémoire de M. *Lecornu*, intitulé : « Sur l'équilibre d'une enveloppe ellipsoïdale soumise à une pression intérieure uniforme »..... 1844
— Rapport sur le concours du prix Montyon (Mécanique)..... 71
— Rapport sur le concours du prix Fourneyron..... 73
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Mécanique) de 1898..... 1007
— Et de la Commission du prix Plumey. 1007
— Et de la Commission du prix Bordin (Sciences mathématiques)..... 1322
— Et de la Commission du prix Fourneyron..... 1322
— Et d'une Commission chargée de la vérification des comptes pour l'année 1897..... 1486
LÉVY (MICHEL). — Sur les résultats

MM. Pages.

donnés par un sismographe avertisseur (*Kilian* et *Paulin*), installé à Grenoble. 706
— Est élu membre de la Commission du prix Wilde..... 1125
— Et de la Commission du prix Vaillant. 1125
— Et de la Commission chargée de présenter une question de prix Gay..... 1322
— Communique de nouveaux renseignements relatifs au tremblement de terre du 6 mai 1898..... 1536
LINDELOF (ERNEST). — Sur la transformation d'Euler et la détermination des points singuliers d'une fonction définie par son développement de Taylor. 632
LINDEN (Comtesse de). — Une mention honorable lui est attribuée dans le concours du prix Da Gama Machado (Anatomie et Zoologie)..... 99
LINDET. — Recherches sur le développement progressif de la grappe de raisin. (En commun avec M. *Aimé Girard.*). 1310
LIOUVILLE. — Un prix lui est attribué (en commun avec M. *Gossot*), dans le concours du prix extraordinaire de six mille francs..... 66
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195
LIOUVILLE (R.). — Le prix Poncelet (Géométrie) lui est décerné..... 65
LIPPMANN est élu membre de la Commission du prix Kastner-Boursault..... 1256
— Est présenté en première ligne à M. le Ministre de l'Instruction publique pour une place vacante au Bureau des Longitudes..... 1696
LOCARD (ARNOULD). — Sur l'existence d'une faune malacologique polybathyque dans les grands fonds de l'Atlantique et de la Méditerranée 275
— Sur l'aire de dispersion de la faune malacologique des grands fonds de l'océan Atlantique boréal..... 441
LŒWY. — Méthode générale pour la détermination des étoiles fondamentales et de la latitude 16
— Communique à l'Académie des renseignements, adressés par MM. *Frilley* et *Jérôme de Duranti la Calade*, sur un tremblement de terre survenu le 6 mai 1898 1380
— Études photographiques sur quelques parties de la surface de la Lune. (En commun avec M. *Puiseux*.)..... 1539
— Nouvelles études photographiques sur

MM. Pages.

la surface de la Lune. (En commun avec M. *Puiseux*.)..... 1603
— *Errata* se rapportant à sa Note du 27 décembre 1897..... 52
— Rapport sur le concours du prix Damoiseau (Astronomie)..... 71
— Est élu membre de la Commission du prix Lalande (Astronomie)..... 1007
— Et de la Commission du prix Valz (Astronomie)..... 1008
— Et de la Commission du prix Jérôme-Ponti..... 1256
— Et de la Commission du prix Saintour. 1256
— Et de la Commission du prix Damoiseau..... 1322
LONDE (Albert). — Applications de la Radiographie à l'étude des malformations digitales. (En commun avec M. *Henri Meige*.)..... 921

MM. Pages.

— Application de la Radiographie à l'étude d'un cas de myxœdème (développement du système osseux sous l'influence du traitement thyroïdien). (En commun avec M. *Georges Gaune*.). 923
— Des causes de trouble apportées aux images radiographiques par l'emploi des écrans renforçateurs..... 1612
LUMIÈRE frères. — Action du persulfate d'ammoniaque sur l'argent des prototypes et utilisation de cette action. (En commun avec M. *Seyewetz*.).... 1639
LURET. — Une mention lui est attribuée dans le concours du prix Barbier (Médecine et Chirurgie)..... 106
LUTZ (L.). — Sur la nutrition azotée des plantes phanérogames à l'aide des amines, des sels d'ammoniums composés et des alcaloïdes..... 1227

M

MACHADO (Virgilio). — Renforcement des rayons X..... 1341
MADSEN (Th.). — Influence de quelques poisons sur le pouvoir antitoxique du sang. (En commun avec M. *C.-J. Salomonsen*.)..... 1229
MAGITOT. — Une mention de cinq cents francs lui est attribuée dans le concours du prix Montyon (Arts insalubres)..... 123
MAGNENANT (J.) soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un « rideau hydraulique de sûreté ». 583
MAILLET. — Sur un appareil destiné à aérer l'eau distillée ou bouillie..... 1501
— Sur un appareil dit *ancinatrope*..... 1779
MALDINEY. — De l'influence des rayons X sur la germination. (En commun avec M. *Thouvenin*.)..... 548
MANGIN (Louis). — Sur la structure des mycorhizes..... 978
— Sur le *Septoria graminum* Desm., destructeur des feuilles du Blé..... 1438
MARAGE. — Étude de la voix parlée des phonographes..... 1202
MARCHAL (Paul). — La dissociation de l'œuf en un grand nombre d'individus distincts et le cycle évolutif chez l'*Encyrtus fuscicollis* (Hyménoptère).... 662
MAREY. — La Chronophotographie appliquée à l'étude des actes musculaires dans la locomotion..... 1467
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1836
— Rapport sur le concours du prix Parkin (Médecine et Chirurgie)..... 108
— Rapport sur le concours du prix Mege (Médecine et Chirurgie)..... 109
— Rapport sur le concours du prix Philippeaux (Physiologie expérimentale). 119
— Est élu membre de la Commission de la Tuberculose..... 495
— Et de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1125
— Et de la Commission du prix Bréant.. 1125
— Et de la Commission du prix Lallemand..... 1182
— Et de la Commission du prix du baron Larrey..... 1182
— Et de la Commission du prix Montyon (Physiologie expérimentale)..... 1182
— Et de la Commission du prix Philipeaux (Physiologie expérimentale)..... 1182
— Et de la Commission du prix Pourat.. 1322
— Et de la Commission chargée de présenter une question de prix Pourat.. 1322
— Et de la Commission chargée de présenter des candidats au prix Leconte. 1696
MARHEM adresse une Note relative à un système d'éclairage électrique latéral, en vue de prévenir les accidents sur les voies ferrées..... 52

MM. Pages.
MARIE. — Un prix Montyon (Médecine et Chirurgie) lui est attribué 103
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 195
MAROTTE (F.). — Sur la détermination du groupe de rationnalité des équations différentielles linéaires du quatrième ordre..... 715
MARQFOY (G.) adresse une réclamation de priorité à l'occasion d'une Note de M. *Daniel Berthelot* « Sur la détermination rigoureuse des poids moléculaires des gaz »..... 1233
— Sur la détermination des poids moléculaires des gaz..... 1504
MARSH. — Le prix Cuvier lui est décerné. 126
— Adresse des remercîments à l'Académie..... 458
MARTEL (E.-A.). — Sur les avens de Sauve (Gard) et la forme des réservoirs des sources en terrains calcaires. (En commun avec M. *A. Viré.*)..... 290
— Sur l'éboulement de Saint-Pierre-de-Livron et les infiltrations des plateaux de tuf..... 1371
MARTINAND (V.). — Sur la préparation des vins blancs à l'aide des raisins rouges..... 656
MARTY (J.) adresse plusieurs Mémoires relatifs à diverses questions d'Astronomie..... 1297
MARX (A.) adresse la suite de son Mémoire « L'éther, principe universel des forces »..... 808
MASCART (E.). — Rapport sur le concours du prix La Caze (Physique)... 77
— Remarques au sujet d'une Communication du Prince de Monaco sur les observatoires météorologiques de l'océan Atlantique..... 374
— Présente à l'Académie différentes publications du *Meteorological office* de Londres..... 583
— Présente, au nom de MM. *Auguste* et *Louis Lumière*, une série de photographies stéréoscopiques obtenues par les procédés de reproduction des couleurs par voie indirecte..... 809
— Informe l'Académie de la découverte, faite par M. *Leïst*, d'un pôle magnétique à Kotchétovka (Russie)..... 1380
— Au sujet des tremblements de terre du 6 mai 1898, communique de nouveaux renseignements transmis par MM. *Jullien*, *Guerby*, *André* et *Soret*.... 1452

MM. Pages.
— Est élu membre de la Commission du prix Wilde..... 1125
— Et de la Commission du prix Gegner.. 1183
— Et de la Commission du prix Kastner-Boursault..... 1256
— Et de la Commission chargée de la vérification des comptes pour l'année 1897. 1486
— Et de la Commission chargée de présenter des candidats au prix Leconte. 1696
MASCART (Jean). — Relations de commensurabilité entre les moyens mouvements des satellites de Saturne ... 1260
MASSOL (G.). — Données thermiques relatives à l'acide éthyl-malonique. Comparaison avec ses isomères, les acides glutarique et méthyl-succinique..... 1354
MASURE. — Une mention de mille francs lui est attribuée dans le concours du prix Montyon (Arts insalubres)..... 123
MATHIAS (E.). — Sur les propriétés thermiques des fluides saturés..... 1095
MATRUCHOT (L.). — Essai de culture du *Tricholoma nudum*. (En commun avec M. *J. Costantin.*)..... 853
— Sur la structure et l'évolution du protoplasma des Mucorinées..... 1363
MATTEI (Th.-L.) adresse une « Démonstration du postulatum d'Euclide »... 26
MAYOU (L.) adresse une Note relative à la grande pyramide d'Egypte, considérée comme ayant été, à son origine, un monument géodésique..... 560
MEDOLAGHI. — Sur les groupes qui se présentent dans la généralisation des fonctions analytiques..... 1188
MEIGE (Henry). — Applications de la Radiographie à l'étude des malformations digitales. (En commun avec M. *Albert Londe.*)..... 921
MEKER (G.). — Sur un hydrure de dicamphène cristallisé. (En commun avec M. *A. Étard.*)..... 556
MERCIER. — Amélioration des clichés photographiques surexposés..... 1500
MERCIER (A.). — Une mention honorable lui est attribuée dans le concours du prix Lallemand (Médecine et Chirurgie)..... 110
MERLATO adresse, pour les concours des prix Montyon, une Note relative à ses diverses inventions..... 876
MESNAGER adresse une Note intitulée : « Déformation des métaux ; essai d'une théorie »..... 379

MM. Pages.

— Déformation des métaux (essai d'une théorie)..... 515

MESNIL (FÉLIX). — Sur une grégarine cœlomique présentant, dans son cycle évolutif, une phase de multiplication asporulée. (En commun avec M. *Maurice Caullery*.)..... 262

— Formes épitoques et polymorphisme évolutif chez une Annélide du groupe des Cirratuliens (*Dodecaceria concharum* Œrst). (En commun avec M. *Maurice Caullery*.)..... 1669

MESSAGERIES MARITIMES (LA COMPAGNIE DES) transmet à l'Académie un extrait d'un Rapport de M. le lieutenant de vaisseau *Bourdon*, concernant la capture d'un Lamantin dans la mer Rouge..... 927

METZNER (R.). — Sur le poids atomique du tellure..... 1716

MEUNIER (H.). — Un prix Lallemand (Médecine et Chirurgie) lui est attribué..... 110

MEUNIER (J.). — Recherches sur l'explosion des mélanges grisouteux par les courants électriques. (En commun avec M. *H. Couriot*.)..... 750

— Sur l'explosion des mélanges grisouteux par l'étincelle électrique. Principe de la dérivation du courant. (En commun avec M. *H. Couriot*.)..... 901

— Sur l'influence de la self-induction dans l'explosion des mélanges de grisou et d'air par l'étincelle électrique. (En commun avec M. *H. Couriot*.)..... 1134

MEUNIER (STANISLAS). — Contribution à la géologie du bas Sénégal..... 666

— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 774

MICHEL (AUGUSTE). — Sur l'origine des bulbes sétigères et des néphridies chez les Annélides..... 50

— Sur la première origine et le développement des néphridies des Annélides et sur le parallélisme des ontogénies embryonnaire et régénératrice..... 1820

MIFFRE (J.) adresse une deuxième Note intitulée : « Nouveau système astronomique »..... 774

MILLER (G.-A.). — Sur les groupes hamiltoniens..... 1406

MILNE-EDWARDS. — Rapport sur le concours du prix Bordin (Minéralogie et Géologie)..... 92

MM. Pages.

— A propos des Crustacés brachyures et anomoures provenant des six dernières campagnes scientifiques effectuées par *S. A. le Prince de Monaco*. (En commun avec M. *E.-L. Bouvier*.). 1245

— Est élu membre de la Commission du prix Savigny..... 1125

— Et de la Commission du prix Lallemand. 1182

— Et de la Commission du prix Leconte.. 1256

— Et de la Commission du prix Tchihatcheff..... 1256

— Et de la Commission du prix Houllevigue..... 1256

— Et de la Commission du prix Saintour. 1256

— Et de la Commission du prix Gay.... 1322

— Et de la Commission chargée de présenter des candidats au prix Leconte. 1696

MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE (M. LE) invite les Membres de l'Académie à assister à la réunion générale de clôture du Congrès des Sociétés savantes..... 1011

— Prie l'Académie de lui faire connaître son avis au sujet d'une proposition de loi modifiant l'heure nationale..... 1257

— Invite l'Académie à désigner deux de ses membres pour examiner, au point de vue de la ressemblance, le buste d'Edmond Becquerel..... 1487

MITOUR adresse un Mémoire intitulé : « Photographie à travers les corps opaques par les ondes électriques statiques unipolaires »..... 1555

MOISSAN (HENRI). — Rapport sur le concours du prix La Caze (Chimie)..... 86

— Sur les conditions de formation des carbures alcalins, des carbures alcalino-terreux et du carbure de magnésium. 302

— Contenu d'un pli cacheté : Recherches spectrales sur l'air atmosphérique. (En commun avec M. *Deslandres*.).. 1689

— Observations relatives au contenu de ce pli..... 1691

— Préparation du calcium cristallisé.... 1753

— Est élu membre de la Commission du prix Jecker (Chimie organique)..... 1010

— Et de la Commission du prix Montyon (Arts insalubres)..... 1182

— Et de la Commission du prix Cahours. 1256

— Et de la Commission du prix Estrade-Delcros..... 1256

— Et de la Commission chargée de présenter des candidats au prix Leconte. 1696

MONOYER. — Timbre ou vocables des

MM. Pages.

quinze voyelles de la langue française. 1637

MOREAU. — Sur les uréthanes aromatiques de la conicine. (En commun avec M. *Cazeneuve*.) 481

— Sur la diméthylpipérazine et quelques combinaisons phénoliques de cette base. (En commun avec M. *Cazeneuve*.) 1573

— Sur de nouvelles diuréthanes aromatiques de la pipérazine. (En commun avec M. *Cazeneuve*.)..... 1802

MOREAU (G.). — Des cycles de torsion magnétique et de la torsion résiduelle du fer doux..... 463

— Sur les cyles de torsion magnétique d'un fil d'acier..... 1264

MORIER (Jules) adresse un Mémoire ayant pour titre : « Essais sur les divisibilités de la circonférence »..... 1380

MORIZE (H.). — Sur un nouveau procédé de détermination de la position des corps étrangers par la Radiographie.. 449

MOUNEYRAT (A.). — Action du chlorure d'aluminium et du chlore en présence du chlorure d'aluminium sur le chloral anhydre..... 1519

MM. Pages.

— Action du chlore sur le chlorure d'éthylène en présence du chlorure d'aluminium. Chloruration de l'acétylène... 1805

MOUREAUX (Th.). — Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1898..... 234

MOURELO (José Rodriguez). — Sur la décomposition de l'hyposulfite et du sulfite de strontium par la chaleur et la production du sulfure stroncique phosphorescent..... 420

— Sur les propriétés du sulfure de strontium phosphorescent..... 904

— Sur les mélanges phosphorescents formés par le sulfure de strontium..... 1508

MOUREU (Ch.). — Ethane-pyrocatéchine et dérivés..... 1426

— Sur quelques acétals de la pyrocatéchine..... 1656

MOURLOT (A.). — Sur les propriétés et la cristallisation du sulfure de baryum anhydre..... 643

MULLER (J.-A.). — Sur un mode de formation synthétique du carbonylferrocyanure de potassium..... 1421

N

NABIAS adresse une Note sur l'unité de la matière..... 606

NARDIN (L.). — Sur la préparation du gentianose..... 280

NEPVEU (Gustave). — Bacilles du béribéri..... 256

NICKLÈS (René). — Sur le Callovien de la Woëvre..... 362

NICLOUX (Maurice). — Dosage chimique de l'oxyde de carbone contenu dans l'air, même à l'état de traces..... 716

— Sur la décomposition partielle du chloroforme dans l'organisme. (En commun avec M. *A. Desgrez*.)..... 758

— Sur l'oxyde de carbone contenu normalement dans le sang..... 1596

— Influence de l'asphyxie sur la teneur du sang en oxyde de carbone. Production d'oxyde de carbone dans l'organisme..... 1595

O

OBRUTSCHEW. — Le prix Tchihatcheff lui est décerné..... 131

— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 1555

OBSERVATOIRE DE MONT HAMILTON (l') envoie deux photographies de l'éclipse totale de Soleil du 21 janvier 1898... 1401

OCAGNE (Maurice d'). — Sur la méthode nomographique la plus générale résultant de la position relative de deux plans superposés..... 397

— Adresse une application, aux équations à trois et quatre variables, de la méthode précédente..... 560

OECHSNER DE CONINCK. — Sur une oxyptomaïne..... 651

— Sur deux modes de décomposition de quelques éthers sulfocyaniques..... 838

— Sur l'oxydation de quelques composés amidés et thioamidés..... 907

— Adresse une réclamation de priorité relative à ses recherches sur le rachi-

MM. Pages.

tisme 1010
— Action des oxydants sur quelques corps azotés 1042
OEHLERT. — Le prix Delesse (Minéralogie et Géologie) lui est décerné 93
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 195
OLLIER. — Des greffes autoplastiques obtenues par la transplantation de larges lambeaux dermiques. De leur stabilité et des modifications tardives qu'elles subissent 1252
— Des modifications subies par les lambeaux dermiques dans la greffe autoplastique et des conditions qui favorisent leur accroissement en surface. 1316
— De la création de nouvelles articulations entre des os normalement indépendants, dans les cas où les anciennes articulations, complètement détruites, ne peuvent être reconstituées. Cas de néarthrose cléido-humérale, obtenue par la fixation à la clavicule de l'extrémité flottante de la diaphyse humérale. 1547
ONUF. — Une mention honorable lui est attribuée dans le concours du prix Lallemand (Médecine et Chirurgie).. 110
OSMOND (Fr.). — Sur la microstructure des alliages de fer et de nickel..... 1352
OSTWALT. — Des verres périscopiques. 1446
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1538
OUDIN. — Sur les résonateurs et sur l'effluve de résonance 1632

P

PAIN (E.) adresse une Note relative à un instrument géodésique « L'opérateur rapide », pour levés de plans, nivellements, tracés d'épures, etc..... 194
PAINLEVÉ (Paul). — Sur la représentation des fonctions analytiques uniformes 200
— Sur le développement des fonctions uniformes ou holomorphes dans un domaine quelconque..... 318
— Sur le développement des fonctions analytiques pour les valeurs réelles des variables..... 385
— Sur le développement des fonctions réelles non analytiques..... 459
— Sur les surfaces qui admettent un groupe infini discontinu de transformations birationnelles..... 512
— Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes. 1185
— Sur la détermination explicite des équations différentielles du second ordre à points critiques fixes 1329
— Sur les équations différentielles du second ordre à points critiques fixes. 1697
PARTIOT. — De la propagation et de la déformation de l'onde-marée qui remonte dans les fleuves..... 1613
PAUTEL (le P.). — Sur le clivage de la cuticule, en tant que processus temporaire ou permanent..... 850
PAVIE. — Un prix Montyon (Mécanique) lui est attribué 71
PEARCE (F.). — Sur le poudingue de l'Aumône dans le val Ferret suisse. (En commun avec M. *Duparc*.)..... 551
PELABON (H.). — Action de l'hydrogène sur le sulfure d'argent et réaction inverse 1864
PELLAT (H.). — Influence du fer doux sur le carré moyen de la différence de potentiel aux extrémités d'une bobine parcourue par un courant de haute fréquence..... 731
— De l'énergie d'un système électrisé, considérée comme répartie dans le diélectrique. (En commun avec M. *Sacerdote*.) 817
— Sur la vaporisation du fer à la température ordinaire..... 1338
PELLET (A.). — Sur les surfaces applicables sur une surface de révolution. 392
PELLIER (MM.) adressent une Note sur le « problème de l'aviation »..... 1402
PERCHOT (J.). — Sur la détermination des premiers termes de flexion d'un instrument méridien. Application au cercle du jardin de l'Observatoire de Paris. (En commun avec M. *W. Ebert*). 27
— Sur certaines intégrales premières des équations de la Dynamique à deux variables ; application à un cas particulier du problème des trois corps. (En commun avec M. *W. Ebert*)... 725
— Sur une transformation de l'équation d'Hamilton..... 1017

MM. Pages.

PEROCHE (J.) adresse un Mémoire ayant pour titre : « Les balancements polaires et les observations astronomiques » 1745
PERON. — Un prix Bellion (Médecine et Chirurgie) lui est attribué 108
PEROT (A.). — Sur une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle. (En commun avec M. *Ch. Fabry*.) 31
— Sur un spectroscope interférentiel. (En commun avec M. *Ch. Fabry*.) 331
— Étude de quelques radiations par la spectroscopie interférentielle. (En commun avec M. *Ch. Fabry*.) 407
— Sur une méthode de détermination du numéro d'ordre d'une frange d'ordre élevé. (En commun avec M. *Ch. Fabry*.) 1561
— Sur la détermination des numéros d'ordre de franges d'ordre élevé. (En commun avec M. *Ch. Fabry*.) 1624
— Sur l'étude des radiations du mercure et mesure de leurs longueurs d'onde. (En commun avec M. *Ch. Fabry*.) .. 1706
— Méthode pour la mesure optique de longueurs pouvant atteindre plusieurs décimètres. (En commun avec M. *Ch. Fabry*.) 1779
PERRAUD (JOSEPH). — Sur les époques de traitement du black rot dans le sud-est de la France 1377
PERRIER (EDMOND). — Rapport sur le concours du prix Da Gama Machado (Anatomie et Zoologie) 99
— Remarques au sujet d'une Communication de M. *Le Dantec* intitulée : « Sexe et dissymétrie moléculaire » 267
— Présente la deuxième édition de son Livre : « Les colonies animales et la formation des organismes » 314
— Sur la place des Éponges dans la classification et sur la signification attribuée aux feuillets embryonnaires 579
— *Errata* se rapportant à cette Communication 670
— Les larves des Spongiaires et l'homologation des feuillets 802
— L'origine des Vertébrés 1479
— Note sur la classification des Tuniciers. 1758
— Est élu membre de la Commission du prix Thore 1125
— Et de la Commission du prix Savigny. 1125
PERRIER (RÉMY). — Sur les Holoturies recueillies par le *Travailleur* et le *Talisman* 1664
PERRIN (JEAN). — Décharge par les rayons de Röntgen. Effet secondaire 243
PERRINE. — Le prix Lalande (Astronomie) lui est décerné 73
PERROT (LOUIS). — Sur les forces électromotrices thermo-électriques dans le bismuth cristallisé 1194
PERROTIN. — Sur la nouvelle comète Giacobini 1843
PERRY (G.) adresse une Note de Physique mathématique ayant pour titre : « Sur le mouvement conjugué du mouvement de concentration » 1442
— Adresse une Note « Sur un déplacement de l'éther pouvant produire la karyokinèse » 1600
— Adresse une Note intitulée : « De la Géométrie à quatre variables en Biologie ». 1745
— Adresse un Mémoire ayant pour titre : « Notes de Physiologie mathématique » 1834
PERSONNE DE SENNEVOY (R.). — Sur un appareil dit *verseur hermétique*.. 224
PESCE (L.) prie l'Académie de renvoyer son Ouvrage « Navigation sous-marine » à l'une des Commissions de prix 27
PETTAVEL (J.). — Sur la détermination des courbes terminales des spiraux. (En commun avec M. *Ed. Guillaume*). 1492
PETTIT (AUGUSTE). — Un prix Bellion (Médecine et Chirurgie) lui est attribué 108
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 195
PHISALIX (C.). — La tyrosine, vaccin chimique du venin de vipère 431
PICHARD (P.). — Recherche et dosage rapides du manganèse dans les plantes et les terres végétales, par une méthode calorimétrique 550
PICARD (ÉMILE). — Sur la réduction des intégrales doubles et sur un nouvel invariant dans la théorie des surfaces algébriques 298
— Sur certains exemples singuliers d'approximations successives 497
— Sur la réduction des intégrales doubles de fonctions algébriques 1116
— Sur l'impossibilité de certaines séries de groupes de points sur une surface algébrique 1383
— Quelques remarques relatives aux périodes des intégrales doubles et aux

MM. Pages.

cycles à deux dimensions dans les surfaces algébriques..... 1457
— Est élu membre de la Commission du prix Francœur 1007
— Et de la Commission du grand prix des Sciences mathématiques..... 1322
— Et de la Commission du prix Bordin (Sciences mathématiques)..... 1322
— Et de la Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques..... 1322
— Et de la Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences mathématiques)..... 1322
PICART (L.). — Observation de la comète Perrine (1898, mars 19), faite au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux..... 944
— Observations de la comète Coddington (11 juin 1898), faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux. 1771
PICHARD (P.). — Contribution à la recherche du manganèse dans les minéraux, les végétaux et les animaux ... 1882
PIGACHE. — Un prix Montyon (Mécanique) lui est attribué 71
PILLET (F.-J.) adresse un Mémoire accompagné de figures et intitulé : « Étude de la vision pour la sensation de la forme, du relief, du mouvement, de la couleur. Ses conséquences pour l'Art de l'ingénieur »..... 379
PILLSBURY (S.) adresse une Note sur « Une méthode de traitement de la tuberculose » 1849
PIRAUT adresse une Note relative à la Pisciculture 606
PIZON (ANTOINE). — Embryogénie de la larve double des Diplosomidés (Ascidies composées) 848
— Classification des Molgulidées. Formes nouvelles des collections du Muséum. 1814
POINCARÉ (A.). — Effets des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère de l'hémisphère nord à chacune des quatre phases 1053
— Variation, aux quatre phases, de la pression et des deux composantes du vent moyen sur le méridien du Soleil et son orthogonal 1171
— Effets des attractions solaire et lunaire sur l'atmosphère. Exemple de l'application des formules..... 1269
— Variations commandées par la Lune dans la pression et les composantes horizontales du vent. Esquisse de discussion des formules. Génération des dépressions 1449
POINCARÉ (H.). — Rapport sur le concours du prix Poncelet (Géométrie) 65
— Rapport sur le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques).. 129
— Sur le développement approché de la fonction perturbatrice 370
— Les fonctions fuchsiennes et l'équation $\Delta u = e^u$..... 627
— Est élu membre de la Commission du prix Francœur..... 1007
— Et de la Commission du prix Poncelet. 1007
— Et de la Commission du grand prix des Sciences mathématiques 1322
— Et de la Commission du prix Bordin (Sciences mathématiques)..... 1322
— Et de la Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques..... 1322
— Et de la Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences mathématiques)..... 1322
PONCHEL (A.) adresse une Note relative à la construction d'un aérostat..... 875
PONSOT (A.). — Sur le potentiel thermodynamique..... 226
— Étude des équilibres physiques et chimiques par la méthode osmotique ... 336
POTAIN. — Rapport sur le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie). 103
— Rapport sur le concours du prix Bréant (Médecine et Chirurgie) 106
— Sur l'emploi du chlorure de palladium pour la recherche dans l'air de très petites quantités d'oxyde de carbone et sur la transformation de ce gaz, à la température ordinaire, en acide carbonique. (En commun avec M. *Drouin*.) 938
— Présente, au nom de M. *Imbert*, deux radiographies du corps humain..... 1834
— Est élu membre de la Commission de la Tuberculose..... 495
— Et de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 1125
— Et de la Commission du prix Bréant.. 1125
— Et de la Commission du prix Godard. 1126
— Et de la Commission du prix Lallemand. 1182
— Et de la Commission du prix du baron Larrey 1182
— Et de la Commission du prix Bellion.. 1182

MM. Pages.
— Et de la Commission du prix Mège ... 1182
— Et de la Commission du prix Montyon (Physiologie expérimentale)..... 1182
POTTEVIN (Henri). — Sur la saccharification de l'amidon par l'amylase du malt 1218
POUGET. — Sur les sulfoantimonites alcalins 1144
— Sur les sulfoantimonites des métaux alcalino-terreux 1792
POURTALÉ adresse une Note ayant pour titre : « Un ferment vital. Sérum de chèvre immunisé contre la rage »... 1233
PRUVOT (G.). — Le prix Bordin (Minéralogie et Géologie) lui est décerné.. 92
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 195
PUISEUX (P.). — Études photographiques sur quelques parties de la surface de la Lune. (En commun avec M. *Lœwy*.). 1539
— Nouvelles études photographiques sur la surface de la Lune. (En commun avec M. *Lœwy*.)..... 1603

R

RABOURDIN (A.). — Sur quelques photographies de nébuleuses, obtenues à l'observatoire de Meudon 380
RACKOWSKI. — Sur l'amertume des vins. (En commun avec MM. *Bordas* et *Joulin*.) 598
— Sur les microrganismes des vins dits *tournés*. (En commun avec MM. *Bordas* et *Joulin*.)..... 1050 et 1443
— Amertume des vins. (En commun avec MM. *Bordas* et *Joulin*.)..... 1291
RADAU. — Rapport sur un Mémoire de M. *Gonnessiat*, intitulé : « Recherches sur la loi des variations de latitude ». 710
— Est élu membre de la Commission du prix Damoiseau..... 1322
RAFFY (L.). — Détermination d'une surface par ses deux formes quadratiques fondamentales..... 1852
RAMBAUD. — Observations de la comète Perrine, faites à l'observatoire d'Alger (équatorial coudé de $0^m,318$). (En commun avec M. *F. Sy*.)..... 1082
RAMSAY (William). — Sur un nouvel élément constituant de l'air atmosphérique. (En commun avec M. *Morris W. Travers*.)..... 1610
— Nouveaux gaz de l'air atmosphérique. (En commun avec M. *Travers*.)..... 1762
RANVIER (L.). — Influence histogénétique d'une forme antérieure, à propos de la régénération de la membrane de Descemet..... 23
— Mécanisme histologique de la cicatrisation ; de la réunion immédiate vraie. 308
— Mécanisme histologique de la cicatrisation ; réunion immédiate synaptique. 454
— Est élu membre de la Commission du prix Lallemand 1182
— Et de la Commission du prix Philipeaux (Physiologie expérimentale)..... 1182
RAY adresse un Mémoire sur l'histoire de l'Alchimie indienne..... 631
RÉMY. — Un prix Montyon (Médecine et Chirurgie) lui est attribué..... 103
RENAULT (B.). — Sur la constitution des Cannels..... 491
— Les microrganismes des Lignites 1828
RENAULT (J.). — Insertion, sous forme de revêtement épithélial continu, des pieds des fibres névrogliques sur la limitante marginale d'un névraxe adulte. 1440
RENAUX (J.). — Observations de la comète Coddington, faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial de $0^m,188$. (En commun avec M. *Ch. Trépied*.). 1850
REY (J.). — Étude expérimentale de l'éclat des projecteurs de lumière. (En commun avec M. *A. Blondel*.)..... 404
REY-PAILHADE (J. de). — Sur l'extension du système décimal au jour et au cercle entiers : avantages et procédés pratiques 505
RIBAUT. — Un prix Montyon (Médecine et Chirurgie) lui est attribué 103
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 195
RIBIÈRE. — Sur la flexion des pièces épaisses 402
— Sur la résistance des massifs épais.... 1190
RICHARD (Jules). — Sur la faune des eaux douces des îles Canaries..... 439
RICHET (Charles). — Expériences ergographiques pour mesurer la puissance maximum d'un muscle en régime régulier. (En commun avec M. *André Broca*.) 356
— De l'influence de la fréquence des mouvements et du poids soulevé sur

MM. Pages.

la puissance maximum du muscle en régime régulier. (En commun avec M. *André Broca.*) 485
— De l'influence des intermittences de repos et de travail sur la puissance moyenne du muscle. (En commun avec M. *André Broca.*)..... 656
RIQUIER. — Sur l'existence des intégrales d'un système partiel, déterminées par certaines conditions initiales..... 208
— Sur la forme que prend, par la suppression de certains termes, un développement en série entière..... 1558
ROBIN (G.). — Le prix Francœur (Géométrie) lui est décerné..... 65
ROCHEBRUNE (DE). — Le prix Barbier (Médecine et Chirurgie) lui est décerné 106
ROGER (E.). — Sur les masses des planètes 501
ROLLAND (GEORGES). — Sur les gisements de minerais de fer oolithiques du nouveau bassin de Briey (Meurthe-et-Moselle)..... 285
— Régime du bassin artésien de l'Oued Rir' (Sud algérien) et moyens de mieux utiliser ses eaux d'irrigation..... 1589
RŒNTGEN. — Le prix La Caze (Physiologie) lui est décerné..... 114

MM. Pages.

— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195
ROSSARD (F.). — Observations de la comète Perrine (1898, mars 19), faites à l'observatoire de Toulouse (équatorial Brunner) 944
— Observations de la comète Coddington, de la comète Perrine (14 juin 1898) et de la comète Giacobini faites à l'observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner de $0^m,25$ d'ouverture..... 1767
ROUCHÉ. — Rapport sur le concours du prix Montyon (Statistique)..... 80
— Est élu membre de la Commission du prix Montyon (Statistique) 1008
ROULE (LOUIS). — Sur les Annélides recueillis par les expéditions du *Travailleur* et du *Talisman* 1166
ROZE (E.). — Sur un nouveau type générique des Schizomycètes, le *Chatinella*..... 858
RUIZ-CASTIZO (JOSÉ) soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Nouvel intégrateur général pour les trois ordres $\int y\,dx$, $\int y^2\,dx$, $\int y^3\,dx$; intégromètre cartésien à évaluation tangentielle »..... 1256

S

SABATIER (PAUL). — Le prix La Caze (Chimie) lui est décerné..... 86
— Adresse ses remercîments à l'Académie 195
SABRAZÈS. — Production de godets faviques par l'inoculation à l'homme et à la souris d'un Tricophyton pyogène. (En commun avec M. *Brengues.*).. 1160
SACERDOTE (PAUL). — Sur la loi du mélange des gaz..... 338
— De l'énergie d'un système électrisé, considérée comme répartie dans le diélectrique. (En commun avec M. *H. Pellat.*) 817
— Sur les déformations qu'éprouve un diélectrique solide lorsqu'il devient le siège d'un champ électrique..... 1019
SAGNAC (G.). — Sur le mécanisme de la décharge des conducteurs frappés par les rayons X..... 36
— Transformation des rayons X par transmission..... 467
— Émission de rayons secondaires par l'air sous l'influence des rayons X .. 521
— Caractères de la transformation des rayons X par la matière..... 887
SAINT-MARTIN (L. DE). — Les inhalations de chloroforme déterminent-elles la production d'oxyde de carbone dans le sang ?..... 533
— Sur le dosage de petites quantités d'oxyde de carbone dans l'air et dans le sang normal..... 1036
SALOMONSEN (C.-J.). — Influence de quelques poisons sur le pouvoir antitoxique du sang. (En commun avec M. *Th. Madsen.*)..... 1229
SAPPIN-TROUFFY. — Un prix Thore (Botanique) lui est attribué..... 97
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195
SARRAU. — Rapport sur le concours du

MM. Pages.

prix extraordinaire de six mille francs (Mécanique)..... 66
— Est élu membre de la Commission du prix Poncelet 1007
— Et de la Commission du prix extraordinaire pour 1898..... 1007
— Et de la Commission du prix Montyon (Mécanique)..... 1007
— Et de la Commission du prix Plumey. 1007
— Et de la Commission du prix Wilde.. 1125
— Et de la Commission du prix Trémont. 1183
— Et de la Commission du prix Delalande-Guérineau 1256
— Et de la Commission du prix Fourneyron..... 1322

SARRAUTON (Henri de). — Sur le système de l'heure décimale, les divisions du jour et du cercle, et la Table géographique 192
— Soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Théorie et application du système de l'heure décimale » 1322

SAUSSURE (René de). — Sur la géométrie des champs magnétiques et le mouvement à deux degrés de liberté dans le plan ou sur la sphère..... 325
— Adresse une Note « Sur le mouvement le plus général des fluides »..... 495

SAUVAGEAU (C.). — Sur l'origine du thalle des Cutlériacées..... 1435
— Sur l'*Acinetospora pusilla* et la sexualité des Tiloptéridées..... 1581
— Sur la sexualité et les affinités des Sphacélariées..... 1672

SCHLESINGER (Ludwig). — Sur un problème de Riemann..... 723

SCHLOESING (Th.). — Rappelle brièvement la vie et les travaux de M. *Aimé Girard*..... 1059
— Est élu membre de la Commission du prix Montyon (Arts insalubres)..... 1182

SCHLOESING (Th. fils). — Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes..... 220 et 476
— Détermination de la densité des gaz sur de très petits volumes. Applications..... 896

SCHMIDT (G.-C.). — Sur les radiations émises par le thorium et ses composés 1264

SCHOTT (Ad.) adresse un Mémoire sur la direction des aérostats..... 1082

SEBERT. — Est élu membre de la Commission du prix Montyon (Mécanique) 1007
— Et de la Commission du prix Fourneyron 1322

SEMICHON (A.). — Contribution à l'étude de l'oxydase des raisins. Son utilité dans la vinification. (En commun avec M. *A. Bouffard*.)..... 423

SEMMOLA (E.). — Sur les éruptions du Vésuve..... 926

SERRET (Paul). — Le prix Gegner lui est décerné..... 129

SEUNES (J.). — Tectonique de la région secondaire et montagneuse comprise entre les vallées de l'Ouzom et d'Aspe (Basses-Pyrénées)..... 915

SEYEWETZ. — Action du persulfate d'ammoniaque sur l'argent des prototypes et utilisation de cette action. (En commun avec MM. *Lumière* frères.).. 1639

SHOKALSKY (J. de) adresse des Cartes de la partie de l'Océan boréal depuis les côtes de Laponie jusqu'à l'embouchure du Yénissey, et une brochure intitulée : « Les recherches des Russes de la route maritime de Sibérie 458

SIBILLOT (Ch.) adresse une Note relative à la faculté d'orientation chez les pigeons voyageurs..... 195

SIMON (Louis). — Réaction colorée nouvelle de la phénylhydrazine..... 483

SKLODOWSKA-CURIE (Mme). — Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium..... 1101

SOREL (R.) adresse une « Note sur un cas d'éléphantiasis avec troubles nerveux, guéri après applications de rayons X ». (En commun avec M. *A. Soret*).... 500

SORET (A.) adresse une « Note sur un cas d'éléphantiasis avec troubles nerveux, guéri après applications de rayons X ». (En commun avec M. *R. Sorel*)..... 500

SOUILHAGON adresse diverses Communications relatives à la Navigation aérienne..... 195

SOUILLART. — Sa mort est annoncée à l'Académie..... 1383

SOULIER (Albert). — Sur les premiers stades embryogéniques de *Serpula infundibulum* et *Hydroïdes pectinata*. 1666

SOUSLOW (G.). — Sur la représentation conforme d'une surface sur une autre. 30

SPALIKOWSKI (Ed.) adresse une Note sur « L'influence du sol et des eaux

MM. Pages.

dans l'étiologie de la goutte en Normandie » 1380
STAECKEL (PAUL). — Sur la convergence des séries représentant les intégrales des équations différentielles. 203
STANOIÉVITCH (G.-M.). — Les lignes de forces et les surfaces équipotentielles dans la nature..... 640
STEKLOFF (W.). — Sur le problème du refroidissement d'une barre hétérogène..... 215
— Sur un problème de la théorie analytique de la chaleur..... 1022
STELLING (ED.). — Sur la troisième ascension internationale des ballons-sondes..... 364
STOUFF (X.). — Sur les lois de réciprocité..... 812
STRUVE (HERMANN). — Le prix Damoiseau (Astronomie) lui est décerné .. 74
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 583
SWYNGEDAUW (R.). — Sur la décharge d'une bouteille de Leyde..... 1628
— Sur la multiplication paradoxale de la décharge dérivée d'un condensateur. 1788
SY (F.). — Observations de la comète Perrine, faites à l'observatoire d'Alger (équatorial coudé de $0^m,318$). (En commun avec M. *Rambaud*)..... 1082

T

TACCHINI (P.). — Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième semestre 1897..... 503
TARRY (H.) adresse une série de Cartes relatives à la tempête du mois de décembre dernier, en Europe..... 52
— Situation atmosphérique au moment de l'ascension des ballons-sondes. Transition entre la période des cyclones (hiver) et celle des orages (été). 1740
TASSILLY. — Une part du prix Cahours lui est attribuée..... 135
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195
TEISSERENC DE BORT (L.). — Résultats sommaires des ascensions de trois ballons-sondes, exécutées à Trappes.. 1744
TERRE. — Tuberculose et pseudo-tuberculose. (En commun avec M. *Bataillon*.)..... 538
THÉNARD (LOUIS) adresse un Mémoire intitulé : « Principe universel des forces »..... 1401
THIÉBAUT. — Les années du grand flot de mars..... 1081
THOMAS (V.). — Une part du prix Cahours lui est attribuée..... 135
— Adresse ses remerciments à l'Académie..... 195
— Action chlorurante du chlorure ferrique dans la série aromatique..... 1211
— Sur quelques sels halogénés du plomb. 1349
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1382
THOULET (L.). — Considérations sur la circulation océanique dans le golfe de Gascogne..... 293
THOUVENIN.—De l'influence des rayons X sur la germination. (En commun avec M. *Maldiney*.)..... 548
TISSERAND. — Le prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques) lui est décerné pour l'ensemble de ses travaux..... 129
TISSIÉ. — Le prix Mège (Médecine et Chirurgie) lui est décerné..... 109
TOMBECK (D.). — Combinaison des bases organiques avec divers sels oxygénés. 967
TRABUT. — Le Champignon des Altises (*Sporotrichum globuliferum*)..... 359
— La mélanose des mandarines 549
TRAVERS (MORRIS W.). — Sur un nouvel élément constituant de l'air atmosphérique. (En commun avec M. *W. Ramsay*.) 1610
— Nouveaux gaz de l'air atmosphérique. (En commun avec M. *W. Ramsay*.). 1762
TRÉPIED (CH.). — Observations de la comète Coddington, faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial de $0^m,188$. (En commun avec M. *J. Revaux*.) 1850
TRILLAT. — Sur les phospho-glycérates acides. (En commun avec M. *Adrian*.). 1215
TROOST (LOUIS). — Est élu membre de la Commission du prix Jecker (Chimie organique)..... 1010
— Et de la Commission du prix Montyon (Arts insalubres) 1182

MM. Pages.
– Et de la Commission du prix Cahours. 1256
– Sur la température d'ébullition de l'ozone liquide..... 1751
TROUVÉ (G.). — Sur un nouvel appareil destiné à l'élévation des liquides 1097
TURPAIN (ALFRED). — Sur le résonateur de Hertz..... 418
— Sur le champ hertzien..... 959
— Comparaison du champ hertzien dans l'air et dans l'huile..... 1630

U

URBAIN (G.).—Sur une nouvelle méthode de fractionnement des terres yttriques..... 835

V

VAILLANT (LÉON). — Remarques sur les appendices de Bloch chez les Siluroïdes du genre *Aspredo*..... 544
— Sur la présence de l'Anguille commune en haute mer..... 1429
VALERIO (P.) adresse une Note « Sur la loi des erreurs d'observation »..... 560
VALEUR (AMAND). — Chaleurs de formation de quelques quinones à poids moléculaire élevé..... 1148
— Sur les quinonoximes..... 1205
VALLOT (JOSEPH). — Le grand prix des Sciences physiques (Minéralogie et Géologie) lui est décerné..... 91
— Adresse ses remercîments à l'Académie. 195
VAN DER WALS. — Sur le mélange des gaz..... 1856
VAN TIEGHEM est élu Vice-Président pour l'année 1898..... 13
— Est élu membre de la Commission du prix Desmazières..... 1125
— Et de la Commission du prix Montagne. 1125
— Et de la Commission du prix La Fons-Mélicocq..... 1125
— Et de la Commission du prix Thore... 1125
— Et de la Commission du prix Gay 1322
— Et de la Commission chargée de présenter des canditats au prix Leconte.. 1696
— Fait hommage à l'Académie des deux Volumes de la troisième édition de ses « Éléments de Botanique »..... 1321
VARIOT (G.). — Une méthode de mensuration de l'aire du cœur par la Radiographie. (En commun avec M. *Chicotot*.)..... 1892
VEDEL. — Une mention lui est attribuée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)..... 103
— Adresse ses remercîments à l'Académie..... 195
VENUKOFF. — Sur de nouvelles sources de pétrole au Caucase..... 1740
VERNEUIL (A.). — Sur la séparation du thorium et les terres de la cérite. (En commun avec M. *G. Wyrouboff*.)... 340
VÈZES (M.). — Sur le poids atomique de l'azote..... 1714
VIEILLE (P.).— Sur la vitesse de propagation d'un mouvement dans un milieu en repos..... 31
VIGNON (LÉO). — Formation du furfurol par la cellulose et ses dérivés oxy et hydro..... 1355
— Dosage de l'acide phosphorique dans les superphosphates..... 1522
— Nitration de la cellulose et de ses dérivés hydro et oxy..... 1658
VILLARD (P.). — Sur les rayons cathodiques..... 1339
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 1454
— Sur un tube de Crookes régénérable par osmose..... 1413
— Sur une propriété des écrans fluorescents..... 1414
— Sur les rayons cathodiques..... 1564
VINCENT (le Dr). — La moitié du prix Montyon (Statistique) lui est attribuée en commun avec M. *Burot*..... 79
VINCENT (G.). — Sur la conductibilité électrique des lames minces d'argent et l'épaisseur des couches dites *de passage*..... 820
— *Errata* se rapportant à cette Communication..... 930
VIOLLE (J.). — Actinométrie en ballon-sonde..... 1748
VIRÉ (A.). — Sur les avens de Sauve (Gard) et la forme des réservoirs des sources en terrains calcaires. (En com-

MM. Pages.

mun avec M. *E.-A. Martel.*)..... 290
VOISIN. — Une mention honorable lui est attribuée dans le concours du prix Lallemand (Médecine et Chirurgie).. 110

W

WALLER (Augustus). — Le prix Parkin (Médecine et Chirurgie) lui est décerné..... 108
WALLERANT (Fréd.). — Sur le polymorphisme de la fluorine..... 494
— Sur les anomalies optiques et le polymorphisme..... 664
— Sur le polymorphisme..... 1586
WEISS (Pierre). — Sur l'aimantation plane de la pyrrhotine..... 1099
WIESNER. — Influence de la lumière solaire diffuse sur le développement des plantes..... 1287
WILLIAMS (P.). — Sur la préparation et les propriétés d'un nouveau carbure de tungstène..... 1722
WILLOT adresse un Mémoire « Sur la destruction des Nématodes et de tous les insectes qui se trouvent dans le sol, le Phylloxera compris »..... 1850
WITZ (A.). — Moteurs à combustion et haute compression..... 957
WOLF (Ch.), Président, annonce à l'Académie la mort de M. *Jean-Albert Gauthier-Villars*..... 453
— Rappelle les titres de M. *Gauthier-Villars* à la reconnaissance du monde savant..... 453
— Présente à l'Académie une Note imprimée du P. *Krüger* « Sur l'ellipsoïde de Jacobi »..... 715
— Annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Aimé Girard,* Membre de la Section d'Économie rurale..... 1059
— Se fait l'interprète des regrets de l'Académie à l'occasion de la mort de M. *Souillart,* Correspondant..... 1383
— Est élu Membre de la Commission du prix Lalande (Astronomie)..... 1007
— Et de la Commission du prix Valz (Astronomie)..... 1008
— Et de la Commission du prix Estrade-Delcros..... 1256
— Et de la Commission du prix Damoiseau. 1322
— Et de la Commission chargée de présenter des candidats au prix Leconte. 1696
WYROUBOFF (G.). — Sur la séparation du thorium et des terres de la cérite. (En commun avec M. *A. Verneuil.*) 340

Y

YUNG (Émile). — Influence de mouvements de vague sur le développement des larves de grenouille..... 1107
— De la digestion gastrique chez les Squales..... 1885

Z

ZACHARIADÈS (P.-A.). — Du développement de la fibrille conjonctive..... 489
ZAMBACO. — Un prix Montyon (Médecine et Chirurgie) lui est décerné..... 103
ZENGER (Ch.-V.) adresse une Note intitulée : « Observations météorologiques du mois de novembre 1897; les minima de pression atmosphérique »..... 495
— Adresse un relevé des dépressions barométriques du mois de décembre 1897, comparées aux perturbations solaires et aux passages des essaims périodiques d'étoiles filantes..... 669
— Adresse un résumé des observations météorologiques du mois de janvier 1898..... 1056
ZETTEL (Ch.). — Sur un nouveau siliciure de chrome..... 833

MM. Pages.

ZEUTHEN. — Sur le fondement de la Géométrie projective 213

ZIEGLER (V. DE) adresse un Mémoire relatif à la répartition des mers et de la terre ferme sur le globe terrestre. 1056

MM. Pages.

ZURCHER (CH.) adresse une Note « Sur les apparences développées au moment de la dissolution de l'aniline dans l'eau » 606

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

25415 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.